a.a. 2011/2012

Tesi di Laurea

Progetto Estintore

ALT

Relatore:
Matteo Ingaramo

Studente:
Gabriele Crivelli
Matricola:
722358

Politecnico di Milano
Facoltà del Design
Corso di laurea magistrale in
Design & Engineering
Tesi di Laurea

INDICE

1. INTRODUZIONE

Punto di partenza di tutto il percorso della tesi è quello di mettere in luce tutto il processo di progettazione appreso durante il percorso di studi in Design & Engineering, sperimentando metodologie e scelte che sappiano sottolineare la metodologia di analisi appresa.

La seguente tesi, di tipo progettuale, spiega il processo attraverso il quale si giunge alla definizione di un prodotto: si parte da una fase di ricerca iniziale, poi si passa attraverso una fase di design definitivo, fino a giungere alla fase di ingegnerizzazione.

Tutto il percorso è ben delineato da fasi precise e dettagliate per mostrare il processo in maniera molto oggettiva, per poter descrivere un processo che si adatti bene a grosse quantità e facilmente applicabile a qualsiasi prodotto a carattere industriale.

La scelta è ricaduta su un estintore perché si è avuta la possibilità di collaborare con un'azienda produttrice, MB estintori, che ha messo a disposizione le sue conoscenze e le sue esperienze per gli aspetti prettamente tecnici di funzionamento, ma anche le proprie esperienze di "diversificazione" del prodotto in relazione alla fascia di mercato.

Questo approccio fortemente analitico verso una riprogettazione dell'estintore, non vuole semplicemente trovare un nuovo modo per esporre il prodotto, ma soprattutto valutare le alternative possibili e cercare la soluzione più semplice, facendo delle scelte ponderate e logiche ad ogni passaggio.

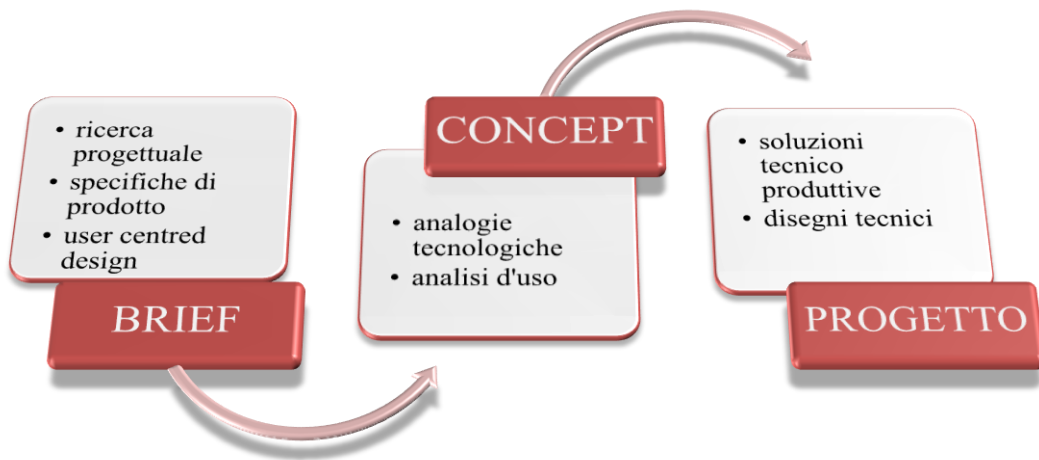
Non è un semplice re-styling dell'estintore, quindi, ma è un approccio al progetto con regole ben definite, tale da poter fondere buon design, funzionalità, ergonomia, coerenza estetica e ingegnerizzazione del prodotto.

1.1 IPOTESI PROGETTUALE

Come in ogni progetto, il punto di partenza è un ipotesi.
La domanda iniziale che ci poniamo per sviluppare il tutto è la seguente:

"Potrebbe essere progettato un estintore funzionale, facendo dell'innovazione nel campo dell'interfaccia e dell'estetica, ottenendo una chiara differenziazione dell'aspetto esteriore rispetto all'oggetto iniziale, mantenendo la minima differenziazione della meccanica interna?"

La questione è molto complessa ed articolata.
Appare subito chiaro che l'estetica di questa tipologia di oggetto è ben radicata da molti anni. Ciò rende tutto più difficile perché si andrà a riprogettare l'estetica attingendo da campi differenti.
L'ulteriore difficoltà che dovremo affrontare sarà quella di ottenere la miglior differenziazione esterna, riducendo al minimo le modifiche della meccanica interna. Nel processo produttivo ciò sarà molto importante perché metterà sul mercato un prodotto nuovo che manterrà inalterati i costi sulla meccanica interna, da tempo ben consolidata, e prevederà degli investimenti, solo, sull'involucro esterno.

1.2 SVILUPPO PROGETTO

Schema 1: Sviluppo progetto

Con questo semplice schema si vuole sintetizzare quello che sarà il processo di sviluppo del progetto.

Partiremo analizzando tre tematiche principali: ricerca sul prodotto esistente, analisi delle specifiche che il prodotto dovrà avere e analisi dei bisogni e delle abitudini dell'utente.

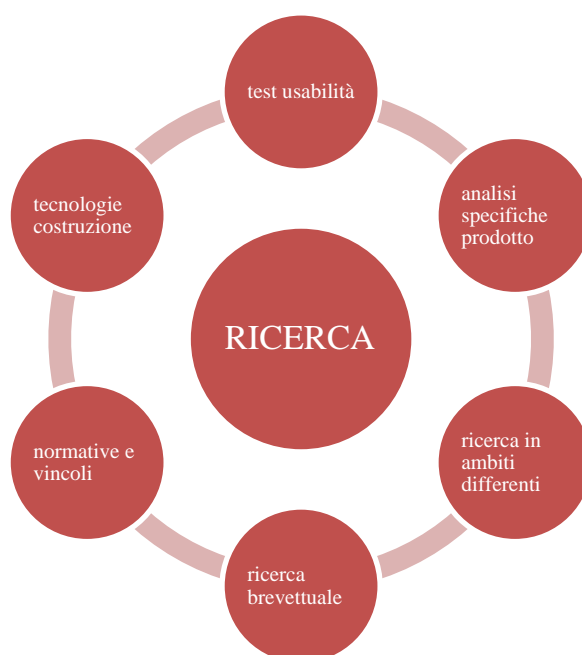
Alla fine di questa fase di ricerca saremo in grado di tracciare le linee guida del nostro brief.

Tenendo sempre in forte considerazione il nostro brief andremo ad eseguire un'attenta analisi d'uso su estintore campione. Poi ricercheremo dei modelli che ci possano offrire analogie tecnologiche da studiare.

In seguito svilupperemo diversi concept tra cui ne redigeremo uno definitivo.

Ora, avendo determinato un concept definitivo, svilupperemo tutte le soluzioni tecniche, disegni tecnici e analisi di costo.

Determineremo così il nostro progetto.

2. RICERCA

Schema 2: Sintesi aree chiave sviluppo ricerca

L'estintore è un mezzo di semplice utilizzo ma per ottenere le migliori prestazioni occorre conoscere le caratteristiche, la tecnica, e i limiti d'impiego e l'agente estinguente in esso contenuto.
Inoltre occorre conoscere bene il pensiero dell'utilizzatore finale, gli obiettivi dell'azienda, i brevetti del prodotto e le normative a cui è soggetto.
Insomma, abbiamo bisogno di un'ampia fase di ricerca che ci possa condurre a tracciare con estrema certezza un brief di progetto su cui lavorare.
Abbiamo, così, organizzato la fase di ricerca in tre categorie principali che si miscelano e si intersecano tra loro: una prima fase di ricerca progettuale, poi una di analisi delle specifiche di prodotto e una di analisi dell'utilizzatore.

Sviluppo della ricerca:

_ Ricerca progettuale
In questa fase andremo a determinare quelli che sono i vincoli e le caratteristiche che il nostro estintore dovrà avere. Per far questo abbiamo suddiviso la ricerca in diverse sottofasi:

Ricerca generica
In questa fase analizzeremo il prodotto estintore e i vari accessori dell'azienda di riferimento. Capiremo il prodotto in maniera basilare: come è fatto e a cosa serve.
Tramite l'azienda avremo un campione di estintore utile in questa fase.

Ricerca approfondita

Una volta circoscritto il prodotto, si passa alla fase successiva, si osservano i prodotti in maniera più approfondita per capire le differenze tecniche materiche e funzionali. Attraverso un'attenta analisi di norme e normative.

Ricerca brevettuale

Terminata la ricerca di prodotti sul mercato e avendo capito a fondo cos'è un estintore passeremo alla ricerca di brevetti sia nuovi che vecchi. Il tutto per capire quali soluzioni, o quali strade sono già state affrontate, per risolvere ad esempio problemi di tipo meccanico o chimico o come è venuto ad evolversi il prodotto nel corso degli anni.

Ricerca in ambiti differenti

È molto interessante, soprattutto nella fase di concept, analizzare altri prodotti in diversi campi per trarne utili spunti progettuali. Si potrà ad esempio riprendere un'interfaccia o una soluzione che risulta essere già ben consolidata in un altro ambito e che potrebbe essere ben consolidata in altri ambiti.

_Analisi specifiche di prodotto

Requisiti del cliente

In questa fase analizzeremo a fondo i requisiti del cliente osservando e tracciando con accurata precisione il contesto d'uso del prodotto.

Fase di benchmark

Come conseguenza diretta della fase sopra elencata entriamo in questa fase. Inizieremo con un benchmark funzionale utile a capire e a confrontare i diversi prodotti sul mercato e a valutarli in maniera molto chiara e diretta tramite metriche e valori associati ad essi.
Questa fase risulta essere fondamentale per capire l'orientamento del mercato e le esigenze dell'azienda, inoltre ci potrà aiutare a trovare aree o nicchie progettuali.

Specifiche obiettivo

In quest'altra fase riassumeremo tutti i risultati ottenuti andando a delineare una lista chiara ed esaustiva delle specifiche obiettivo che il nostro prodotto dovrà avere.

_User Centred Design

In questa sotto-sezione, invece, andremo ad analizzare quello che sono i bisogni dell'utente tramite test specifici, sempre in relazione al capitolo precedente.

2.1.1 RICERCA GENERICA

L'estintore è un apparecchio di pronto intervento che contiene un agente estinguente che può essere proiettato e diretto sul fuoco sotto l'azione di una pressione interna.
Quest'azione può essere generata da una compressione preliminare permanente, oppure da una reazione chimica o infine per liberazione di un gas ausiliario.[1]
Gli estintori che raggiungono l'autorizzazione alla commercializzazione seguono dei precisi test secondo la normativa vigente (la principale: UNI EN-3), che affronteremo in seguito, diventano prototipi omologati.
La punzonatura sul serbatoio dell'estintore, garanzia dell'omologazione, contiene l'anno di costruzione, il numero di matricola progressivo e il codice del costruttore.
L'estintore si divide in due macroaree: **portatili** e **carrellati.**

Estintori portatili
Gli estintori di questa tipologia sono di dimensioni e peso modesti, sono concepiti per essere portati ed utilizzati a mano. Gli estintori portatili sono mezzi di immediato intervento e sono immediatamente usabili da una sola persona. Essi servono per estinguere i principi d'incendio e hanno massa inferiore hai 20 Kg.

Estintori carrellati
Questi estintori, invece, sono dotati di ruote, sono di dimensioni e peso maggiori e sono concepiti per essere trascinati pure a mano sul posto dell'incendio, entro un raggio di alcune decine di metri dalla loro posizione.
Gli estintori carrellati, che hanno carica e gittata maggiore dei portatili, servono nel caso non sia stata sufficiente l'azione degli estintori portatili.
Quelli di maggiori dimensioni richiedono l'intervento di due persone. Le cariche nominali degli estintori carrellati[2] vanno da 50 a 150 litri per la schiuma, da 18 a 54 kg per l'anidride carbonica, e da 30 a 150 kg per la polvere[3].
Un estintore si definisce, convenzionalmente, carrellato se ha massa superiore hai 20Kg.

---

[1]Cfr. All. A del D M. 20/12/1982, «*Norme tecniche e procedurali, relative agli estintori portatili d'incendio, soggetti all'approvazione del tipo da parte del Ministero dell'interno*»

[2] Il D.M. 6 marzo 1992, «*Norme tecniche e procedurali per la classificazione della capacità estinguente e per l'omologazione degli estintori arrellati di incendio*» stabilisce che la valutazione delle caratteristiche e delle prestazioni nonché la classificazione si effettuano secondo quanto specificati nella norma UNI 9492/CNVVF/CPAI «*Estintori carrellati d'incendio - Requisiti di costruzione e tecniche di prova*»

[3] La norma UNI 9492 prevede una carica massima di polvere di 150 kg. Esistono comunque "gruppi a polvere" con una carica di 250 kg, autotrainabili o automontati, per impiego industriale. I gruppi autotrainabili sono utilizzati per creare delle stazioni temporanee antincendio in occasione di lavori a fuoco in aree isolate.). In questi gruppi, la manichetta può essere del tipo semirigido o del tipo flessibile. Nel primo caso, essa può anche essere svolta solo parzialmente dal suo supporto al momento dell'uso. Però è pesante, non molto lunga e non consente all'operatore grande mobilità. Nel secondo caso, invece, la manichetta deve essere rimossa dal suo supporto e svolta completamenteprima di mettere in pressione il gruppo (altrimenti potrebbe bloccarsi e non potersi più svolgere). Questo svantaggio è però ampiamente compensato dal fatto che la manichetta è più leggera, più lunga e più maneggevole, per cui, in mano ad un operatore ben addestrato, con essa si possono ottenere dall'estintore risultati notevolmente superiori. L'erogatore è del tipo a pistola con diffusore.

2.1.1.1 SCELTA ESTINTORI

In merito agli estintori portatili e carrellati l'allegato V del D.I. 10/3/1998[4] stabilisce che: «La scelta degli estintori portatili e carrellati deve essere determinata in funzione della classe di incendio e del livello di rischio del luogo di lavoro.
Il numero e la capacità estinguente degli estintori portatili devono rispondere ai valori indicati nella tabella I, per quanto attiene gli incendi di classe A e B ed ai criteri di seguito indicati:
- il numero dei piani (non meno di un estintore a piano);
- la superficie in pianta;
- lo specifico pericolo di incendio (classe di incendio);
- la distanza che una persona deve percorrere per utilizzare un estintore (non superiore a 30 m).
Per quanto attiene gli estintori carrellati, la scelta del loro tipo e numero deve essere fatta in funzione della classe di incendio, livello di rischio e del personale addetto al loro uso.»

Tabella V-1 D.M. 10/3/1998, All. V Estintori – Capacità estinguente

Tipo di estintore	Superficie protetta da un estintore		
	Rischio basso	Rischio medio	Rischi alto
13 A – 89 B	100m^2	-	-
21 A – 113 B	150m^2	100m^2	-
34 A -144 B	200m^2	150m^2	100m^2
55 A – 233 B	250m^2	200m^2	200m^2

È importante che essi siano ben visibili, raggiungibili e segnalati con gli appositi cartelli. Salvo le diversità connesse al differente tipo di estinguente richiesto dagli specifici rischi da cui proteggersi, è consigliabile che, nello stesso locale o fabbricato o stabilimento, gli estintori siano tutti dello stesso modello o per lo meno di modelli molto simili.
Questo per evitare incertezze al momento dell'impiego. Nei fabbricati, gli estintori portatili devono essere ubicati preferibilmente lungo le via di uscita, in prossimità delle uscite e fissati a muro.

Estintore Gallo
MB estintori

[4] Decreto Interministeriale 10 marzo 1998, «Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro».

2.1.2 RICERCA APPROFONDITA_ESTINTORI PORTATILI

Dopo aver osservato quello che è lo stato dell'arte e le macroaree nel mondo degli estintori, insieme al responsabile tecnico dell'azienda: Giorgio Restelli, abbiamo deciso di focalizzare la nostra attenzione verso gli estintori portatili.

2.1.2.1 MANUTENZIONE: SORVEGLIANZA, CONTROLLO, REVISIONE

Tutti gli estintori sono soggetti a sorveglianza, controlli e revisioni periodici in conformità alle disposizioni di legge in materia.
In Italia i criteri per effettuare la sorveglianza, il controllo, la revisione e il collaudo degli estintori, ai fini di garantirne l'efficienza operativa sono prescritti dalla norma **UNI 9994[5].**
Riportiamo da questa norma:
«*5.1.* ***Sorveglianza****. Consiste in una misura di prevenzione atta a controllare, con costante e particolare attenzione, l'estintore nella posizione in cui è collocato, tramite l'effettuazione....* **»** di una serie di accertamenti elencati nella norma.
In altre parole, la sorveglianza consiste nel tenere continuamente sotto controllo l'estintore in loco per rilevare e correggere eventuali anomalie.
«*5.2.* ***Controllo****. Consiste in una misura di prevenzione atta a verificare, con frequenza almeno semestrale, l'efficienza dell'estintore, tramite l'effettuazione....* **»** di una serie di accertamenti elencati nella norma. Tra gli accertamenti richiesti vi sono verifiche delle cariche e dei propellenti mediante pesata e misurazioni manometriche.
Dobbiamo far notare, però, che la periodicità dei controlli per il settore navale è stabilita da appositi atti regolamentari del Ministero competente.
«*5.3.* ***Revisione****. Consiste in una misura di prevenzione, di frequenza almeno pari a quella indicata dal prospetto, atta a verificare, e rendere perfettamente efficiente, tramite l'effettuazione....* **»** di accertamenti e interventi elencati nella norma. Tra essi è inclusa la ricarica e/o sostituzione dell'agente estinguente.
I tempi massimi per effettuare la revisione con sostituzione della carica sono i seguenti:

- Estintori a polvere: 36 mesi
- Estintori ad acqua o a schiuma: 18 mesi
- Estintori ad anidride carbonica: 60 mesi
- Estintori ad idrocarburi alogenati: 72 mesi

Gli estintori per fuochi di classe D [6] non sono normati dalla normativa UNI, né esistono fuochi di prova standardizzati per tali fuochi. Le prove vanno fatte sui singoli metalli da proteggere. Un estinguente adatto per un metallo può rivelarsi pericoloso se usato su un altro metallo. Inoltre le differenze nello stato fisico del metallo influiscono molto sulle difficoltà che si incontrano nell'estinzione.
Gli estinguenti di classe D agiscono come materiale inerte che deve coprire il metallo in fiamme, separarlo dall'aria e consentirgli di raffreddarsi.

---

[5] La norma prevede un **cartellino di manutenzione.** Il cartellino è il documento che attesta gli interventi effettuati in conformità alla norma stessa.

[6] Per la **classe D** si prendono in considerazione i fuochi di metalli leggeri ovvero di sostanze chimiche combustibili in presenza di aria, reattive in presenza di acqua o schiuma. Ad esempio: fosforo, alluminio, sodio, potassio.

Essi vanno quindi erogati dolcemente sul materiale che brucia per ben coprirlo e, in particolare se questo è minuto, per evitare di sollevare polvere del metallo che potrebbe estendere l'incendio o dar luogo ad esplosioni.
Inoltre, gli estinguenti devono essere caricati perfettamente secchi e mantenersi tali nel tempo.
Caratteristiche di questi estintori devono quindi essere una bassa velocità di erogazione e una perfetta tenuta. La pressurizzazione va fatta con gas inerte (argon).

2.1.2.2 FUNZIONAMENTO E CLASSIFICAZIONE

Le **norme tecniche ministeriali** per l'approvazione degli estintori portatili antincendio forniscono definizioni e indicazioni sulla classificazione di questi mezzi di pronto intervento. Riportiamo qui di seguito *per riassunto* dal D.M. 20/12/1982, All. A, quelle parti delle norme che riteniamo più utili ai fini del progetto.

«1.
GENERALITÀ
1.2. Definizioni.
Un estintore è un apparecchio contenente un agente estinguente che può essere proiettato e diretto su un fuoco sotto l'azione della pressione interna. Questa pressione può essere fornita da una pressione preliminare permanente, da una reazione chimica o dalla liberazione di un gas ausiliario.
Un estintore portatile è concepito per essere portato ed utilizzato a mano e che, pronto all'uso, ha una massa minore o uguale a 20 kg.
L'agente estinguente è il complesso del o dei prodotti contenuti nell'estintore; la sua azione provoca l'estinzione.
La carica dell'estintore è la massa o il volume dell'agente estinguente contenuto nell'estintore. Dal punto di vista quantitativo, la carica degli apparecchi a base di acqua si esprime in volume (litri) e quella degli altri apparecchi in massa (chilogrammi).

1.3. Designazione di un estintore.
Un estintore è ***designato*** *dall'agente estinguente che esso contiene.*
Gli estintori attualmente si dividono in:
- estintori ad acqua (fig. a.)
- estintori a schiuma (fig. b.)
- estintori a polvere (fig. c.)
- estintori ad anidride carbonica (fig. d.)
- estintori a idrocarburi alogenati (fig. e.)

1.4. Durata di funzionamento
Definizione
La durata di funzionamento è il tempo durante il quale si verifica la proiezione dell'agente estinguente, senza che vi sia stata interruzione nella proiezione, con valvola totalmente aperta e senza tener conto dell'emissione del gas propellente residuo.

La tabella I dà la durata minima di funzionamento degli estintori.

Tabella I D.M. 20/12/1982 All. A – Estintori portatili, durata

Massa o Volume X dell'agente estinguente contenuto (Kg o L)	Durata minima di funzionamento (s)
X≤3	6
3<X≤6	9
6<X≤3	12
10<X	15

1.5. Cariche e tolleranze di riempimento
Le cariche nominali degli estintori portatili di incendio devono essere scelte, in funzione dell'agente estinguente, tra i valori della tabella II seguente:

Tabella II D.M. 20/12/1982 All. A - Estintori portatili, cariche

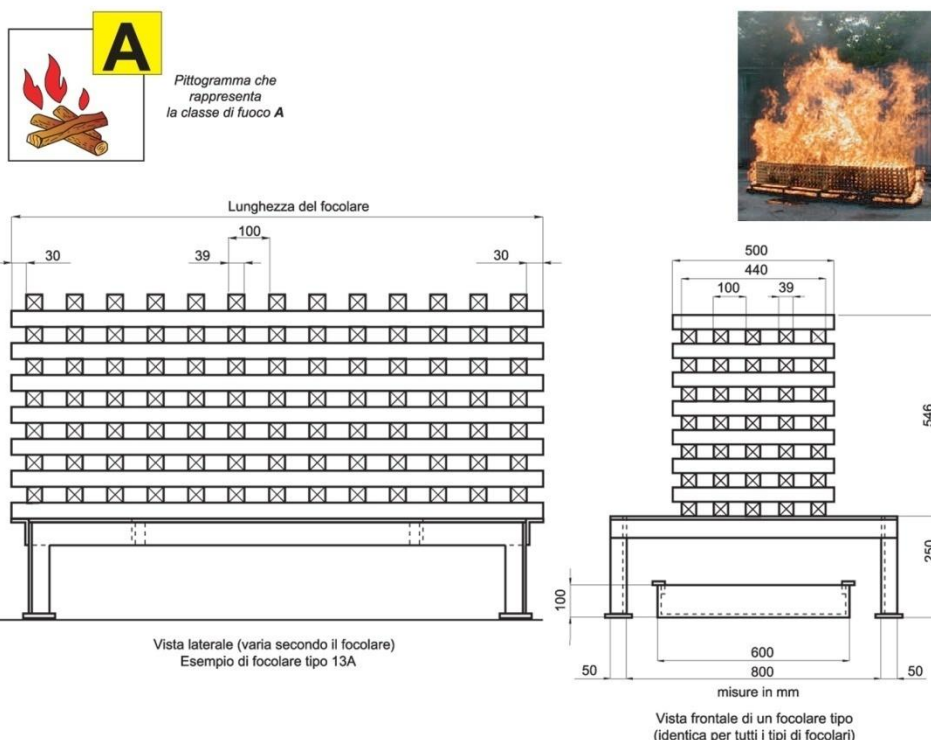
Polvere		CO_2	Idrocarburi alogenati	Acqua e agenti estinguenti a base acqua
Valori standard	Valori tollerati			
	1Kg			
2Kg		2Kg	2Kg	
	3Kg			
	4Kg			
		5Kg		
6Kg			6Kg	6L
9Kg				9L
12Kg				

1.5.2. tolleranze di riempimento.
«Dispositivi di sicurezza
Tutti gli estintori devono essere muniti di dispositivi di sicurezza contro le sovrappressioni in diretta comunicazione con l'interno dell'involucro. Per gli estintori a CO_2 la pressione di taratura di detti dispositivi deve essere compresa tra 17 e 20 MPa. Per gli altri estintori, la pressione di taratura di detti dispositivi deve essere non inferiore a una volta e un quarto la pressione sviluppata all'interno dell'apparecchio alla temperatura di 60°C e non superiore a 2,4 MPa... »

4.12. Prove di efficacia
Per realizzare queste prove, l'operatore è in tenuta da lavoro normale che non presenti alcun carattere di protezione particolare contro il fuoco (sono autorizzati elmetti e guanti di lavoro).

4.12.1. Definizione e designazione delle classi dei fuochi secondo la norma europea EN 2.

Ora analizzeremo le diverse classi di fuoco che un estintore può spegnere per capire a fondo l'uso e i limiti dell'estintore stesso.
I simboli letterali seguenti hanno lo scopo sia di classificare i fuochi di diversa natura, sia di semplificare il linguaggio o la scrittura relativi a questi fuochi[7]:
- Classe A: Fuochi da materiali solidi, generalmente di natura organica, la cui combustione avviene con formazione di braci.
- Classe B: Fuochi da liquidi o da solidi liquefattibili.
- Classe C: Fuochi di gas.
- Classe D: Fuochi da metalli.

4.12.1.1 Focolari tipo o per fuochi di Classe A

Caratteristiche
I focolari tipo per fuochi di classe A sono costituiti da una catasta di travi di legno su zoccolo metallico di 250 mm di altezza,900 mm di larghezza di lunghezza uguale a quella del focolare tipo. Lo zoccolo d'acciaio è costituito con profilati di 50 x 50 mm in conformità alla raccomandazione ISO 657-1. Le travi di legno sono di Pinus Silvestris o equivalente contenente dal 10 al 15% di umidità. Esse hanno una sezione quadrata di 39 mm ± 2 mm di lato.
Ogni focolare è designato con un numero seguito dalla lettera A. Questo numero caratteristico del focolare rappresenta:
- la lunghezza del focolare in decimetri, cioè la lunghezza delle travi di legno disposte secondo la lunghezza del focolare;
- il numero di travi di legno di 50 cm per ogni strato disposto secondo la larghezza del focolare[8].

[7] La norma UNI EN 2 - Classificazione dei fuochi, «definisce le classi dei fuochi secondo la natura del combustibile. Di conseguenza non definisce una classe particolare per i fuochi in presenza di un rischio di natura elettrica.». Nelle classificazioni precedentemente in uso venivano indicati come fuochi di classe E quelli di apparecchiature elettriche sotto tensione.

Tabella A Focolari di prova Classe A per estintori portatili

Designazione del tipo di focolare	*Numero di travi di legno di 50cm per strato*	*Lunghezza del focolare (cm)*
3A	*3*	*30*
5A	*5*	*50*
8A	*8*	*80*
13A	*13*	*130*
21A	*21*	*210*
(27A)	*27*	*270*
34A	*34*	*340*
(43A)	*43*	*430*
55A	*55*	*550*
Nota. - Ogni focolare è designato dal numero di una serie dove ogni termine è uguale alla somma dei due precedenti; cioè questa serie rappresenta approssimativamente una progressione geometrica di ragione 1,62. I focolari supplementari posti tra parentesi nel prospetto rappresentano il prodotto del termine precedente nella progressione per la radice quadrata di 1,62.		

4. 12.1.2. Focolari tipo per fuochi di classe B

Caratteristiche

I focolari tipo per fuochi di classe B vengono realizzati in una serie di recipienti cilindrici di lamiera di acciaio saldati le cui dimensioni sono definite nel prospetto B. Questi focolari sono designati da un numero seguito dalla lettera B; questo numero presenta il volume liquido, in litri, contenuto nel recipiente. La superficie del recipiente, espressa in dm^2 è presa convenzionalmente eguale al prodotto del numero del focolare tipo per π. I recipienti sono impiegati con fondo d'acqua nella proporzione seguente: 1/3 d'acqua, 2/3 di benzina.

La quantità di liquido contenuta è allora tale che l'altezza di acqua nei recipienti è approssimativamente uguale ad 1 cm e l'altezza di benzina è uguale a 2 cm. Le caratteristiche dei focolari per fuochi di classe B sono date nel prospetto B.[9]

---

[8] Il focolare viene acceso ponendovi sotto una vasca d'accensione in cui su uno strato d'acqua di 3 cm è versata una quantità di benzina di qualità uguale a quella impiegata per i focolari B (tollerata la benzina per autotrazione) tale che la sua altezza sia 0,5 cm sopra l'acqua. La benzina viene accesa e dopo 2 minuti si ritira la vasca. Si lascia bruciare il legno ancora per 6 minuti, totale 8 minuti, quindi si inizia l'estinzione. Per la validità
delle prove tutte le fiamme devono essere spente e non deve prodursi alcuna ripresa di fiamma durante i tre minuti che seguono lo svuotamento completo dell'estintore. Si ritiene che un estintore è capace di spegnere il focolare quando su tre prove effettuate, ciascuna con un estintore carico, si ottengono due estinzioni; se le prime due sono positive, la terza non si effettua.

[9] La velocità del vento non deve essere maggiore di 3 m/s. Il combustibile è la benzina d'aviazione AF GAS 100L (Nato Code F18). E' tollerato l'impiego di benzina per autotrazione. La prova di estinzione avrà inizio dopo che il focolare è stato acceso e lasciato bruciare liberamente per 60 sec. Si ritiene che un estintore è capace di spegnere il focolare quando su tre prove effettuate, ciascuna con un estintore carico, si ottengono due estinzioni; se le prime due sono positive, la terza non si effettua.

Tabella B (parziale) Focolari di prova Classe B per estintori portatili

Designazione del tipo di focolare	*Numero di travi di legno di 50cm per strato*	*Lunghezza del focolare (cm)*
8B(*)	8	25,1
13B	13	40,8
21B	21	65,9
34B	34	106,7
55B	55	172,7
(70B)	70	219,8
89B	89	279,4
(113B)	113	354,8
144B	144	452,0
183B	183	574,6
233B	233	731,6

(*) Focolare citato a titolo indicativo, perché viene sempre meno utilizzato.
Nota. - Ogni focolare è designato dal numero di una serie dove ogni termine è uguale alla somma dei due precedenti; cioè questa serie rappresenta approssimativamente una progressione geometrica di ragione 1,62. I focolari supplementari posti tra parentesi nel prospetto rappresentano il prodotto del termine precedente nella progressione per la radice quadrata di 1,62.

4.12.1.3. Focolari tipo per fuochi di classe C

I focolari tipo per fuochi di classe C debbono essere realizzati come segue: Bombole di gas propano, ciascuna di 25 Kg ca. di gas allo stato liquefatto, aventi valvole con diametro ≥ 7 mm, sono unite in parallelo a un tubo collettore avente valvole con un diametro
interno di 25 mm circa. Il tubo collettore deve essere munito di un manometro e di una valvola a chiusura rapida avente diametro interno compreso tra 10 e 15 mm.
Un diaframma di 7 mm è fissato all'uscita della valvola a chiusura rapida ed è seguito da un tubo di 2 m di lunghezza e di 22 mm di diametro interno. Con bombole alla temperatura di + 20°C ± 5°C, il gas liquefatto è incendiato dopo avere aperto la valvola a chiusura rapida all'uscita del tubo. Non è richiesto alcun tempo di combustione libera. L'attacco del focolare d'incendio è effettuato con un estintore di carica > 3 kg, il focolare deve essere estinto almeno due volte con lo stesso estintore.

> **Nota.** - Nel caso in cui il più piccolo apparecchio di una stessa gamma di estintori abbia superato la prova del focolare di classe C, gli estintori di grandezza maggiore, appartenenti alla stessa gamma, sono considerati efficaci sui focolari di classe C, a condizione che ciascuno abbia già superato la prova di efficacia sui focolari di classe B.

4.12.2. Capacità estinguente. Focolari minimi esigibili

*La capacità estinguente è determinata dalla classe di fuoco e dal focolare tipo che l'estintore è in grado di estinguere. In base alla carica nominale sono stabiliti **fuochi minimi esigibili** che l'estintore deve essere in grado di estinguere. Il fabbricante può chiedere una classificazione di capacità*

estinguente superiore alla minima classificazione esigibile. I focolari minimi esigibili
per fuochi di classe A e B sono riportati rispettivamente nella tabella V e nella tabella VI seguenti.
L'idoneità degli estintori a estinguere i fuochi di classe C viene accertata con la prova di efficacia di cui al punto 4.12.1.3.

Tabella V D.M. 20/12/1982 Estintori portatili, fuochi classe A, quantità max. estinguente

Focolare tipo	Quantità massima agente estinguente ammesso per l'estinzione		
	Polvere ABC	Agente estinguente a base d'acqua	Idrocarburi alogenati (*)
3A	1Kg	-	-
5A	2Kg	6L	4Kg
8A	4Kg	9L	6Kg
13A	6Kg	-	-
21A	9Kg	-	-
(27A)	-	-	-
34A	12Kg	-	-
(43A)	-	-	-
55A	-	-	-

(*) Questi dati si riferiscono agli halon ora banditi.

Tabella VI D.M. 20/12/1982 Estintori portatili, fuochi classe B, quantità max. estinguente

Focolare tipo		Quantità massima agente estinguente ammesso per l'estinzione			
Designazione	Tempo minimo di scarica	Polvere	CO2	Idrocarburi alogenati (*)	Estinguenti a base d'acqua
8B	6s	-	-	-	-
13B	6s	1Kg	2Kg	1Kg	-
21B	6s	2Kg	-	2Kg	6L
34B	6s	3Kg	5Kg	4Kg	9L
55B	9s	4Kg	-	6Kg	-
(70B)	9s	-	-	-	-
89B	9s	6Kg	-	-	-
(113B)	12s	9Kg	-	-	-
144B	15s	12Kg	-	-	-
(183B)	15s	-	-	-	-
233B	15s	-	-	-	-

(*) Questi dati si riferiscono agli halon ora banditi.

Termina qui il testo riportato per riassunto dal D.M. 20.12.1982.»

2.1.2.3 DESCRIZIONE E VINCOLI

Riportiamo di seguito un breve sunto della norma UNI EN 3-7, relativa agli estintori d'incendio portatili, nello specifico la parte 7 sulle caratteristiche, requisiti di prestazione e metodi di prova.

Un estintore d'incendio portatile è costituito dai seguenti componenti:

a) Corpo
b) Accessori del corpo, fissati o avvitati allo stesso e comprendenti almeno:
   a. Dispositivo di comando
   b. Assieme manichetta e/o coni e/o ugelli
   c. Tappo di chiusura
   d. Dispositivo di azionamento

   Nota: gli accessori c. e d. possono essere separati o incorporati in un unico componente

c) Agenti

Analizziamo meglio solo i componenti che interesseranno il nostro intervento progettuale.

2.1.2.4 GENERALITÀ

- *EROGAZIONE:*
  - L'estintore DEVE avere una valvola di comando a chiusura automatica per consentire temporanea interruzione dell'erogazione.

- *POSIZIONE FUNZIONAMENTO:*
  - l'estintore deve funzionare senza bisogno di essere capovolto.
  - Il ***dispositivo di azionamento*** DEVE essere nella parte superiore.
  - È ammesso un ***dispositivo di comando*** all'estremità della manichetta.
  - I comandi a volantino della valvola sulle cartucce del propellente esterno devono trovarsi nella parte superiore (60%) del corpo dell'estintore.

- *ASSIEME MANICHETTA*
  - Se l'estintore ha massa dell'agente estinguente maggiore di 3Kg o volume dell'agente estinguente maggiore di 3L DEVE essere provvisto della MANICHETTA di erogazione.
  - La lunghezza della parte flessibile della manichetta deve essere di 400mm o maggiore.
  - Se l'agente estinguente ha massa di 3Kg o volume di 3L o minore, ed è dotato di manichetta, l'assieme della manichetta deve avere lunghezza minima 250mm.

- *ESTINTORI PRESSIONE PERMANENTE:*
    - DEVONO essere provvisti di mezzi per il controllo della pressione.

- *TEST SU ESTINTORI PORTATILI*
    - Gli estintori a polvere prima di essere sottoposti alle prove di: durata di funzionamento, di tenuta della valvola e di spegnimento DEVONO essere sottoposti alla prova di compattazione. La seguente prova consiste nel porre l'estintore (in condizioni di messa in servizio a temperatura ambiente di 20±5°C) su apposito macchinario che lo sottopone a 500 cicli di caduta su apposita piastra in acciaio da un'altezza di 15mm alla frequenza di 1Hz.

- *APERTURA DI RIEMPIMENTO:*
    - 20mm di diametro per estintori con carica di 3Kg o 3L o minore.
    - 25mm di diametro per estintori con carica di 3Kg o 3L o maggiore.

2.1.2.5 FUNZIONAMENTO

- *INIZIO EROGAZIONE:*
    - Dopo essere stati sottoposti alla prova di compattazione tutti gli estintori DEVONO iniziare l'erogazione entro 4s dall'apertura della valvola di comando. 6s se l'estintore è pressurizzato con un'azione separata.

- *TEMPERATURE DI UTILIZZO:*
    - La temperatura MASSIMA di utilizzo DEVE essere 60°C o maggiore.
    - La temperatura MINIMA di utilizzo DEVE essere -20°C, -30°C o minore (esclusi estintori ad acqua)
    - **Nota:** quando gli estintori sono sottoposti a prove ai limiti di temperatura T_{max} e T_{min}, essi devono essere conformi ai seguenti requisiti:
        - L'erogazione DEVE iniziare dopo 10s dall'apertura della valvola di comando.
        - Ad eccezione degli estintori a biossido di carbonio, la durata del funzionamento NON DEVE essere *maggiore del doppio* del valore determinato a 20°C.
        - La durata del funzionamento NON DEVE essere minore di 6s.
        - La carica residua NON DEVE essere maggiore del 15% della carica nominale per gli estintori contenenti polvere del tipo BC e non maggiore del 10% della carica nominale per gli estintori contenti altri agenti.

2.1.2.6 TENUTA DEL PROPELLENTE

- *GENERALITA':*
  - Gli estintori e le cartucce di propellente devono essere progettati per CONSENTIRE VERIFICA della tenuta del propellente a intervalli regolari.

- *PESATURA:*
  - Attraverso la determinazione del peso deve essere possibile controllare:
    - Cartucce di propellente
    - Estintori a biossido di carbonio

- *MISURAZIONE DELLA PRESSIONE:*
  - Deve essere possibile verificare la pressione di un estintore a pressione permanente come segue:
  - L'estintore DEVE essere provvisto di un apparecchio che consenta controllo diretto della pressione in maniera indipendente. Il collegamento utile al controllo DEVE essere provvisto di coperchio per trattenere la pressione e comunicare direttamente con il contenuto sotto pressione. Questo elemento può essere: un coperchio, un manometro o un indicatore di pressione.

- *LIVELLI DI ACCETTAZIONE:*
  - Le perdite dell'estintore o della cartuccia di propellente NON devono essere maggiori di:
    - Un tasso annuo del 6% (V/V) di perdita di gas espanso a 20°C, per gli estintori a pressione permanente.
    - Un tasso annuo del 5% di carica nominale, per gli estintori e le cartucce di propellente sottoposti a prova mediante pesatura.
    - Una perdita dopo la pressurizzazione maggiore di $5 cm^3$ di gas al minuto, per gli estintori pressurizzati solo al momento del funzionamento.

2.1.2.7 REQUISITI DEI COMPONENTI

- *DISPOSITIVO DI AZIONAMENTO:*
  - Per attivazione si intende la totalità delle azioni richieste per la pressurizzazione e il rilascio iniziale dell'agente estinguente.

Forza o energia richiesta per attivare il dispositivo

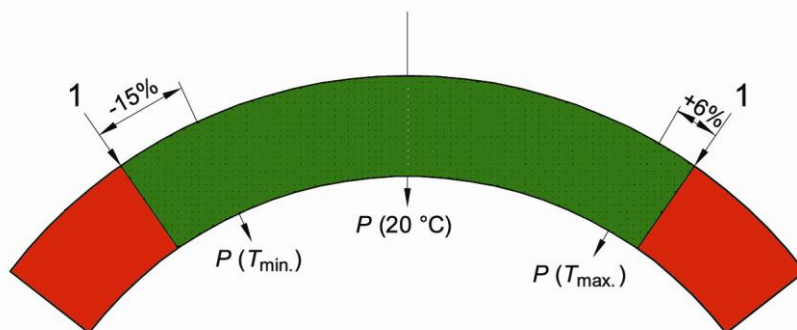
Tipo di dispositivo	Forza o energia massima	
	Forza N	Energia J
Pulsante	100	-
Leva a compressione	200	-
Volantino [(a)(b)]	100	-
Pomolo a impatto	-	2

(a) La forza deve essere misurata in corrispondenza del bordo esterno del volantino.
(b) La rotazione massima del volantino deve essere 360° per ottenere la completa posizione di apertura.

- *DISPOSITIVO DI SICUREZZA:*
    - Il meccanismo di azionamento dell'estintore DEVE essere provvisto di un dispositivo di sicurezza per prevenire l'azionamento accidentale.
    - Lo sblocco del dispositivo di sicurezza DEVE richiedere un'azione diversa da quella del meccanismo di azionamento e una forza compresa tra i limiti di 20N e 100N.
    - Il dispositivo di sicurezza deve essere provvisto di mezzi che indichino se l'estintore è stato azionato, come:
        - Filo metallico con sigillo
        - Meccanismo che impedisca il reinserimento del dispositivo
    - Il dispositivo di sicurezza DEVE essere costruito in maniera tale che qualsiasi tentativo solo manuale, con forza pari a due volte o superiore indicato nella tabella superiore, di azionare l'erogazione senza prima azionare tale dispositivo.

- *MANICHETTA E ACCOPPIAMENTI*
    - Essi DEVONO funzionare per l'intero campo di temperature d'esercizio.
    - I sistemi di accoppiamento DEVONO essere progettati e montati senza danneggiare la manichetta
    - Prove prestazione manichetta:
        - Tappare la manichetta e mandare la pressione al valore minimo applicabile in almeno 30s, mantenere la pressione per altri 30s.
        - Se non scoppia aumentare la pressione fino allo scoppio. Registrare la pressione a cui avviene.

- *VALVOLA DI COMANDO*
    - Gli estintori DEVONO essere provvisti di una valvola di comando a chiusura automatica che consenta l'interruzione dell'erogazione dell'agente estinguente. Senza perdite.
    - Durante le prove di pressione il secondo valore NON DEVE essere minore dell'80% del primo valore misurato, o NON minore del 50% della pressione misurata prima dell'apertura della valvola.

- *MANOMETRO*
    - DEVE poter essere controllato tramite un'apparecchiatura esterna che controlli il regolare funzionamento del manometro.

Scala del manometro

Legenda:
1_arrotondamento allo 0,5 bar più vicino

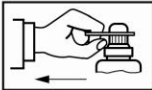
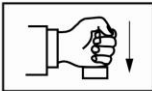
- Scala del manometro DEVE avere:
    - Settore zero. Se previsto un arresto finale DEVE trovarsi sulla parte negativa non a valore zero.
    - Settore verde (settore di lavoro) che corrisponde alle pressioni tra le temperature d'esercizio con tolleranze:
        - -15% a T_{min}
        - +6% a T_{max}
- Le pressioni derivate sono arrotondate all'unità o al mezzo bar.
- I settori ai due lati del verde devono essere rossi.
- Errori ammessi:
    - Max 1 bar all'estremità inferiore del settore verde
    - ±6% della pressione all'estremità superiore del settore verde
    - Il punto (P+20°C) e l'errore massimo ammesso è ±0,5bar.
- Per garantire la visibilità dell'indicatore di pressione il manometro DEVE:
    - Essere provvisto di una lancetta mobile che percorra radialmente il settore verde, con lunghezza compresa tra il 50% e l'80% dell'altezza del settore verde.
    - Garantire la sua visibilità alle due estremità del settore verde e a P (+20°C).
    - Avere la lunghezza totale della scala del manometro almeno 1,5 volte la distanza dallo zero all'estremità dell'alta pressione del settore verde.
- I materiali di costruzione del manometro devono essere compatibili con gli agenti estinguenti e il gas propellente.

2.1.2.8 SUPPORTO ESTINTORE PORTATILE

Se l'estintore è provvisto di un supporto DEVE avere i seguenti requisiti:

- La rimozione dal supporto DEVE essere semplice e il metodo di rimozione ovvio.
- Il supporto, quando fissato a parete, deve sostenere un carico di almeno due volte la massa dell'estintore.

2.1.2.9 RESISTENZA ALLA CORROSIONE

Gli estintori DEVONO essere sottoposti a prova in nebbia salina (secondo ISO 9227) per 480h e a un successivo lavaggio per rimuovere tutti i residui di sale. A seguito di questa prova devono avere i seguenti requisiti:

- La forza/energia necessaria attivazione estintore:
    - 100N_pulsante
    - 200N_leva a compressione
    - 100N_volantino
    - 2J_pomolo a impatto
- La durata del funzionamento a (20 ± 10)°C DEVE essere compresa entro ±25% del valore medio a secondo della classe di fuoco dell'estintore.
- Dopo il funzionamento il manometro (o l'indicatore di pressione) DEVONO indicare l'assenza di pressione.

- La manichetta DEVE funzionare per l'intero campo di utilizzo a temperatura ambiente di 20±5°C
- NON DEVE esservi corrosione del metallo dell'estintore tali da pregiudicare il funzionamento o la sicurezza.

2.1.2.10 IDENTIFICAZIONE ESTINTORI D'INCENDIO PORTATILI

- COLORE
    - Il colore del corpo DEVE essere Rosso RAL 3000
- MARCATURA
    - La marcatura sull'estintore DEVE essere di colore/i contrastante con lo sfondo.
    - La marcatura, come da immagine in basso, DEVE essere suddivisa in cinque parti.
    - La marcatura richiesta per le parti 1,2, 3 e 5, DEVONO essere contenute nella medesima etichetta in posizione ben visibile.
    - La marcatura richiesta nella parte 4 può trovarsi anche in altra posizione sull'estintore.
    - Il valore di H per il calcolo dell'altezza dei caratteri (in riferimento a una E maiuscola), NON DEVE essere minore di:
        - 3mm per estintori carica ≤3Kg/L
        - 5mm per estintori carica >3Kg/L
    - Se la marcatura in più lingue, valore minimo di H: 2mm.
    - L'altezza dei caratteri nelle parti 1,2,3 e 4 deve essere la seguente, con tolleranza ±10%
        - Parte 1:
            - 1,5 x H per la parola "estintore d'incendio"
            - 0,75 x H per le altre informazioni;
        - Parte 2:
            - 1 x H;
        - Parte 3:
            - 1xH;
        - Parte 4:
            - 0,5xH.
    - L'altezza della cornice che contiene la parte 5 deve essere maggiore di 1/3 dell'altezza totale delle parti 1, 2 e 3.
    - Sull'estintore deve essere apposta un'etichetta che deve riportare le seguenti informazioni in sequenza:
        - Prima parte:
            - la parola "estintore";
            - il tipo di agente estinguente;
            - le classi di spegnimento dell'estintore.
        - *Parte seconda:*
            - le istruzioni per l'uso che devono contenere uno o più pittogrammi che indichino le modalità di utilizzo dell'estintore;
            - i pittogrammi dei focolari idonei ad estinguere.
        - *Parte terza:*
            - le avvertenze di pericolo;
            - l'indicazione circa l'uso o non sui quadri elettrici sotto tensione.

- *Parte quarta:*
    - Le avvertenze generali con le indicazioni degli estremi di omologazione del M.I. e l'indicazione della conformità alla norma EN3-7:2004.
- *Parte quinta:*
    - Il nome della società responsabile dell'apparecchio.

Esempio marcatura estintore

Nota:

I numeri cerchiati indicano le parti della marcatura ed i numeri a destra di ogni parte indicano l'altezza dei caratteri in proporzione ad H.

2.1.3 VINCOLI PROGETTUALI

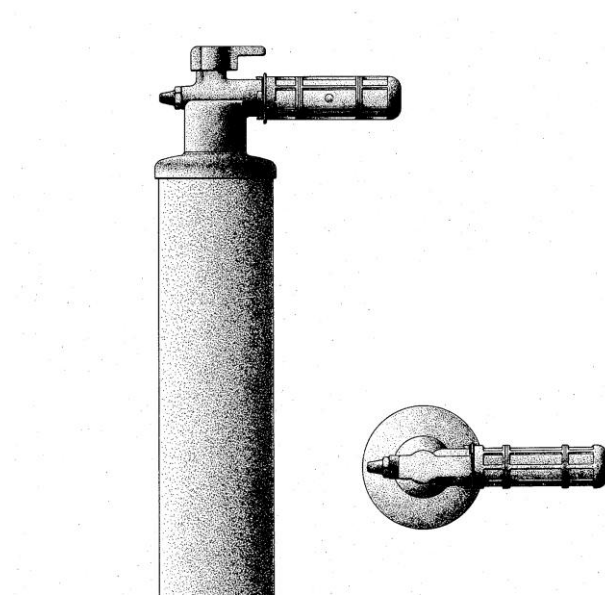
Funzionamento

- Non deve essere capovolto per funzionare
- Temperature utilizzo:
    - Max: 60°C
    - Min:-20/-30°C
- Inizio erogazione dopo 4s apertura valvola

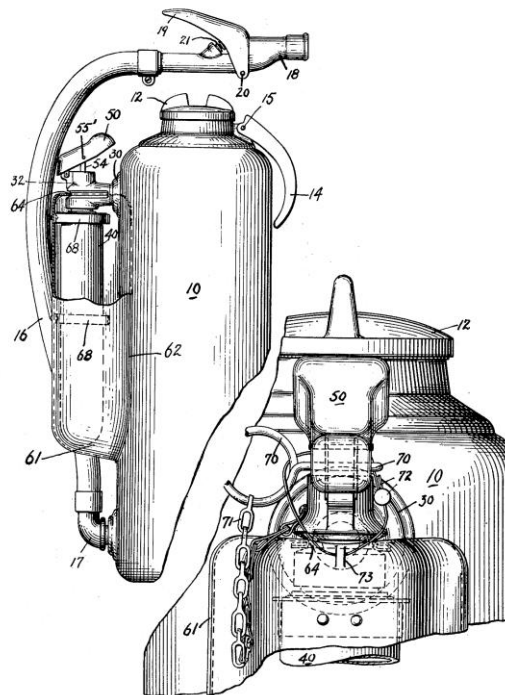
Componenti

- Manichetta:
    - Deve funzionare correttamente nelle temperature di utilizzo
    - Oltre 3Kg o 3L è obbligatoria
    - Lunghezze:
        - 400mm o maggiore
        - 250mm se agente estinguente 3Kg o 3L o minore
- Dispositivo di controllo pressione:
    - Da effettuare ciclicamente tramite strumento esterno
- Dispositivo di azionamento:
    - Deve essere nella parte superiore
    - Forza[N] o Energia[J] necessarie:
        - 100N_pulsante
        - 200N_leva a compressione
        - 100N_volantino
        - 2J_pomolo a impatto
- Dispositivo di comando/controllo erogazione:
    - Ammesso all'estremità della manichetta
    - Per controllare e arrestare erogazione
- Dispositivo di sicurezza:
    - Per prevenire azionamenti accidentali
    - Progettato per resistere almeno a una forza di 400N
    - Necessario azionamento diverso rispetto alla leva di attivazione
- Manometro:
    - Deve essere controllabile tramite strumentazione esterna
- Serbatoio:
    - Colore: Rosso RAL 3000
    - Non deve presentare corrosione
- Supporto:
    - Facile rimozione estintore
    - Deve sostenere due volte il peso dell'estintore

2.1.4 Ricerca brevettuale

In questo capitolo si andrà ad affrontare un'analisi progettuale attraverso una ricerca brevettuale. Tramite l'osservazione e l'analisi sarà possibile rendersi bene conto dell'evoluzione del prodotto estintore nei tempi mettendo in luce gli avanzamenti dal punto di vista tecnologico, meccanico e produttivo. Il tutto nel tentativo di capire e focalizzare quindi la nostra attenzione verso quali obiettivi si è concentrata l'innovazione nei tempi verso il mondo dell'estintore.

Autore:
D. Mapes

Anno:
1948

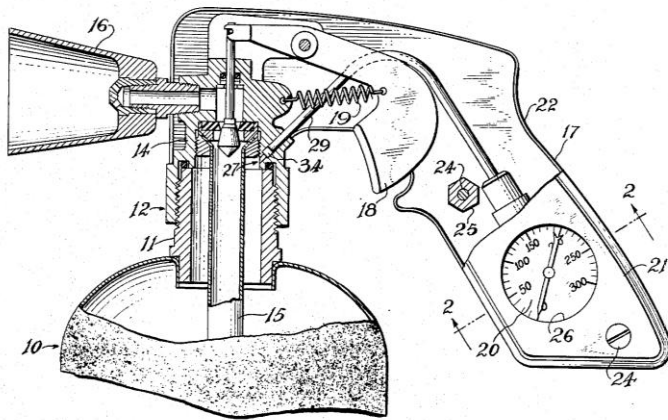
Descrizione:
Primo esempio di estintore: l'uscita dell'acqua in pressione è regolata da un rubinetto superiore. Da notare la salda presa sulla maniglia.

Autore:
A.B. Guise

Anno:
1950

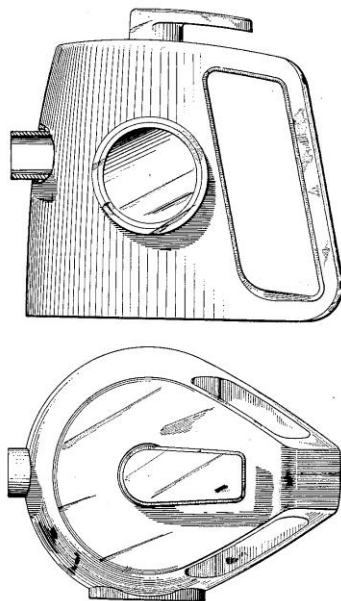
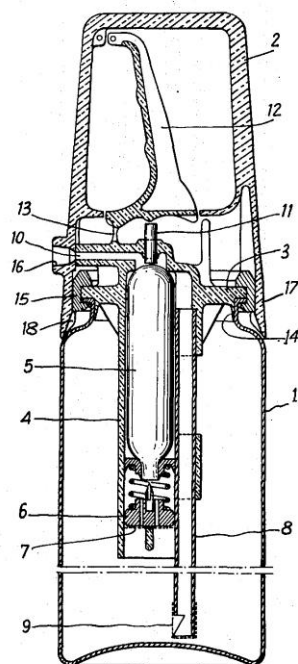
Descrizione:
In questo modello notiamo un primo tentativo di pressurizzazione dell'agente estinguente al momento dell'utilizzo tramite un gas esterno ausiliario.

Autore:
D. Mapes

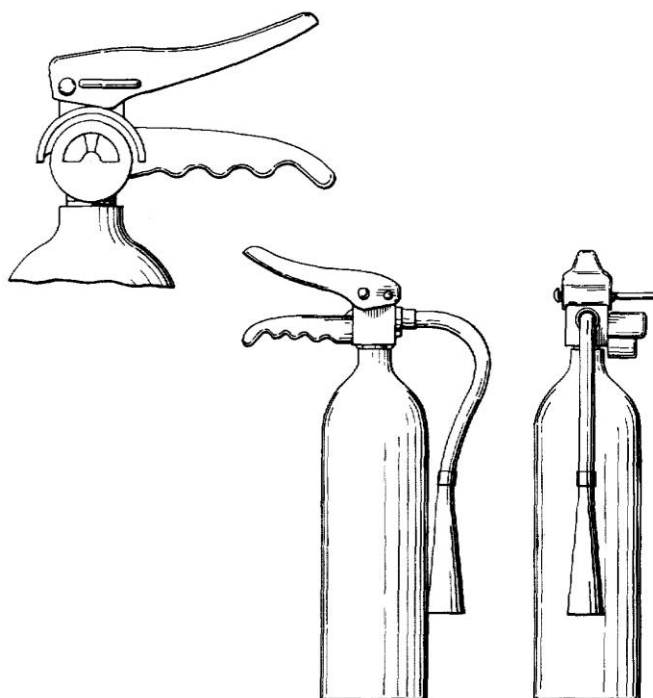
Anno:
1954

Descrizione:
Questo modello rappresenta uno dei primi modelli di apertura di valvola regolata da una leva.

Autore:
Robert H. Hose

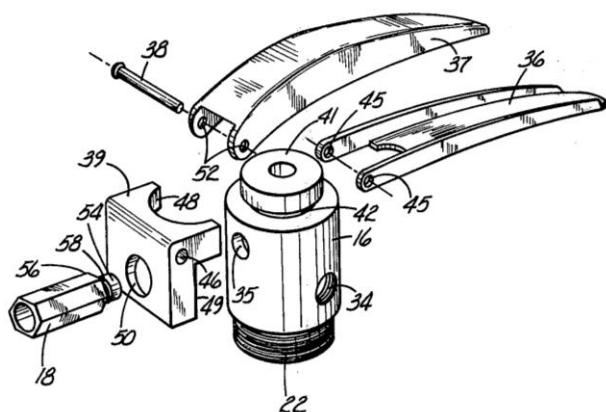
Anno:
1959

Descrizione:
Questo modello rappresenta il primo tentativo di personalizzazione di un estintore. Questa calotta agevolava la presa dell’estintore stesso e nel frattempo proteggeva la valvola da urti.

Autore:
Frederich Sachs & al

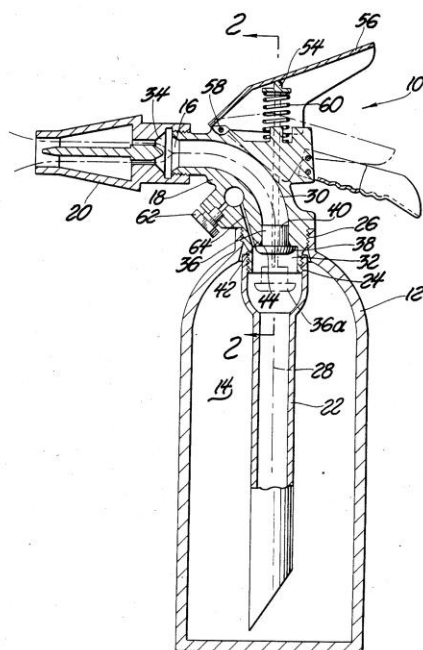
Anno:
1971

Descrizione:
Modello funzionale ed ergonomico sfrutta una nuova posizione del pulsante di attivazione che libera un gas ausiliario che mette in pressione l’agente estinguente.

Autore:
Louis F.Allen and Joseph B. Ott.

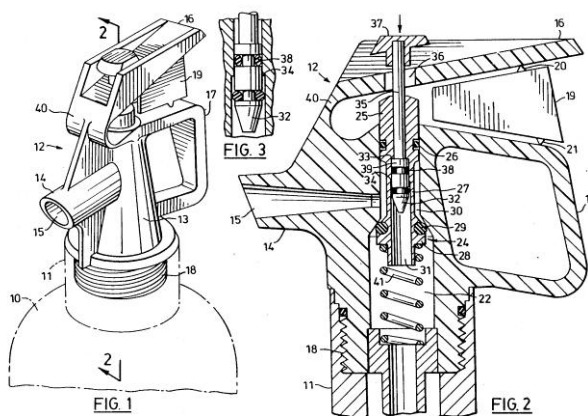
Anno:
1975

Descrizione:
In questi anni inizia a emergere il concetto di ergonomia da notare lo studio della presa sulle leve applicato a un modello di estintore meccanicamente molto simile a uno dei nostri giorni.

Autore:
Norbert
Allmendinger

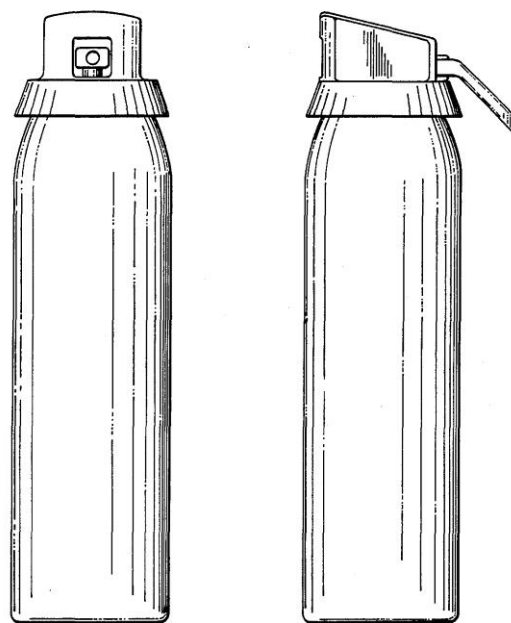
Anno:
1977

Descrizione:
Anche questo modello risulta molto influenzato da principi ergonomici. Risulta, però, privo di un dispositivo di sicurezza.

Autore:
Edward J. Rozniecki

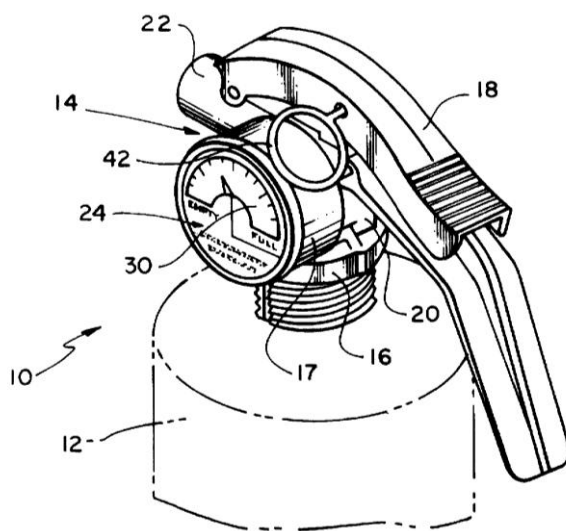
Anno:
1986

Descrizione:
Questo piccolo esempio di estintore rappresenta un ottimo modello di contenitore pressurizzato che nel corso degli anni è stato applicato anche ad altri ambiti.

Autore:
Stuart D. Woodman

Anno:
1989

Descrizione:
In questo modello emerge una forte estetica caratterizzata da linee decise e squadrate unite da leggeri raccordi. Risulta ben definita la meccanica interna dell’estintore.

Autore:
Richard C. Arrington

Anno:
1990

Descrizione:
Questo piccolo estintore rappresenta un accurato studio estetico e funzionale. Le conoscenze meccaniche trovano il loro punto di equilibrio in questo estintore.

Autore:
Brendan T. Mc Sheffrey

Anno:
1998

Descrizione:
In questo modello notiamo un forte tentativo di integrazione tra la maniglia di presa e quella di attivazione.

2.1.5 RICERCA IN AMBITI DIFFERENTI

In questa sezione andremo a selezionare alcuni oggetti secondo due filoni:

- Azionamento leva e sblocco elemento di sicurezza con una sola mano
- Erogazione del prodotto attraverso un canale di erogazione esterno

Lo scopo di questa selezione sarà quello di ottenere informazioni di usabilità del prodotto da parte dell'utente che andremo ad evidenziare con test specifici nel capitolo 2.2.2.
Nel capitolo 3, invece, a partire da questa fase di analisi andremo a delineare il concept di partenza per il nostro prodotto.

2.1.5.1 AZIONAMENTO LEVA E TASTO DI SICUREZZA CON UNA SOLA MANO

Oggetto:
ventosa a pressione

periodo:
anni 80

Descrizione:
interessante studio sagomatura della mano e semplicità di blocco e sblocco con una sola mano.

Oggetto:
sega multifunzione 880EC (black&decker)

periodo:
2010

Descrizione.
Interessante grip tra mano e presa e possibilità di accensione con una sola mano

2.1.5.2 EROGAZIONE DEL PRODOTTO ATTRAVERSO UN CANALE ESTERNO

Oggetto:
Accendigas a fiamma

periodo:
2010

Descrizione.
Studio ergonomico impugnatura e accensione risultano essere molto interessanti, semplici e ben integrati nel prodotto

Oggetto:
GOLA action spray

periodo:
2000

Descrizione.
Interessante canale di erogazione rotante di facile comprensione da parte dell’utente

Oggetto:
PATTEX mille chiodi

periodo:
2010

Descrizione.
Originale e alternativo sistema di erogazione del prodotto che non necessita della classica pistola di erogazione. Risultano necessarie, però, indicazioni d'uso sul prodotto.

Oggetto:
Spruzzatore

periodo:
2000

Descrizione.
Ergonomia del prodotto poco studiata. L'azionamento del prodotto si rifà a conoscenze pregresse di un prodotto simile.

2.1.6 RICERCA FASCIA DI MERCATO UTILE

Analizzando alcune stime di vendita di estintori si evince subito che l'estintore debba essere il più possibile economico ed eventualmente leggermente personalizzabile con variazioni dell'euro.

Parlando con il responsabile dell'ufficio commerciale dell'azienda è stato possibile fare una stima sulla vendita di estintori "personalizzati" e "normali": il 95% dei clienti richiede un estintore economico, semplice e quindi "normale"; rimane però il 5% dei clienti che richiede un estintore diverso: "personalizzato" che caratterizzi il loro negozio e che si integri maggiormente con il gusto del negoziante. Riportiamo a titolo di esempio il caso della boutique di "Dolce & Gabbana" nel capoluogo milanese che ha deciso di utilizzare un estintore completamente argentato, ignorando le continue multe per la non regolarità dello stesso che obbligano l'utilizzo del RAL 3000 per i serbatoi.
Dobbiamo, inoltre, aggiungere che in questi settori non c'è ampia concorrenza sulla personalizzazione degli estintori frutto di norme molto restrittive sul suo uso e funzionamento.
Diversamente da ciò che accade in altri paesi.

Quindi il nostro potenziale cliente oscillerà tra la fascia media e quella alta.
Il prodotto che svilupperemo sarà dedicato a una clientela molto esigente, che richiede un prodotto diverso adatto alle proprie idee estetiche e soprattutto funzionali.

Estintore Gallo
MB estintori

2.2 ANALISI SPECIFICHE DI PRODOTTO

In questo capitolo analizzeremo a fondo le caratteristiche che il nostro prodotto dovrà avere.
Dopo aver eseguito analisi sul mondo degli estintori e del mercato utile insieme all'ufficio tecnico e al titolare dell'azienda abbiamo delineato le specifiche che il prodotto dovrà avere.
Le specifiche sono caratteristiche precise richieste al prodotto espresse in maniera estremamente sintetica composte da una caratterizzazione metrica e un valore.

Il valore delinea la caratteristica del prodotto. Questo valore può essere ricavato da un'analisi tecnica dei prodotti esistenti anche attraverso prove tecniche, oppure fornite dal produttore stesso del prodotto.

Con il termine metrica, invece, intendiamo una caratteristica misurabile in termini quantitativi, ovvero tramite un'unità di misura, un voto oppure una booleana che indica la presenza o meno della caratteristica espressa attraverso un si o un no.

Dopo questa fase di trasformazione eseguiremo un benchmark tra i prodotti esistenti della fascia di riferimento individuata ed anche un confronto tra metriche e requisiti che metterà a confronto i vari prodotti per aiutarci a scegliere le specifiche obiettivo del nostro progetto.
Le specifiche obiettivo, che delineeremo, saranno divise in accettabili o minime e ideali. Tutto ciò ci darà un intervallo di valori all'interno dei quali far oscillare le caratteristiche del progetto.
Alla fine del processo di engineering otterremo le specifiche finali che dovranno avere il più possibile i valori impostati per le specifiche obiettivo.

Esempi di estintori personalizzati non vendibili in Italia. (www.firedesign.com)

2.2.1 IDENTIFICAZIONE DEI REQUISITI DEL CLIENTE

Ora imposteremo i requisiti richiesti dall'ipotetico acquirente ai prodotti della fascia di mercato che abbiamo selezionato.

Requisiti cliente	Metriche
• Processo produttivo economico	• Prezzo processo produttivo [voto 1-5]]
• Facile eseguirvi manutenzione	• Personalizzazione smontabile [Si/No]
• Leggero (non ulteriormente appesantito)	• Tempo smontaggio [voto 1-5]
• Resistente	• Massa volumica elementi aggiuntivi
• Facile da usare	• Presenza di grip sulla leva [Si/No]
• Facile da impugnare	• Elemento protezione urti valvola [Si/No]
• Sicuro	• Elementi di sicurezza [Si/No]
• Adattabile a diverse tipologie estintore	• Elemento anti-ribaltamento [Si/No]
• Facilmente riponi bile/appendibile	• Presenza Gancio esterno [Si/No]
• Avere un aspetto tecnico	• Valutazione funzionale [voto 1-5]
• Avere un aspetto gradevole	• Valutazione qualitativa [voto 1-5]

2.2.2 BENCHMARK FRA I PRODOTTI ESISTENTI

In questa fase di benchmark elencheremo una raccolta di prodotti direttamente concorrenti e le loro caratteristiche principali al fine di avere dei dati di raffronto.
In questa fase di selezione di aziende competitor terremo in forte risalto la fascia di mercato individuata nel capitolo iniziale, ma terremo in forte considerazione anche gli altri prodotti per eventuali spunti progettuali.

- Marca EXMON
- Modello EXM-005
- Agente estinguente Polvere 6Kg
- Massa volumica

Note: interessante la base anti ribaltamento in metallo

- Marca GLORIA
- Modello F2
- Agente estinguente Polvere
- Massa volumica 2Kg

Note: interessante la base anti ribaltamento in neoprene e la copertura della valvola, di eccellente finitura superficiale e ben armonizzata col corpo dell'estintore.

- Marca LOUIS
- Modello 15006002
- Agente estinguente polvere
- Massa volumica 6kg

Note: interessante la leva per l’avviamento della pressione interna e la leva sulla manichetta

---

- Marca UNIX
- Modelllo IPI-6H
- Agente estinguente polvere
- Massa volumica 6kg

Note: interessante la leva per l’avviamento della pressione interna e la leva sulla manichetta

---

- Marca UNIX
- Modello AG-3F
- Agente estinguente acqua
- Massa volumica 6kg

Note: interessante la leva per l’avviamento della pressione interna e la leva sulla manichetta

- Marca BADGER
- Modello B10BC
- Agente estinguente acqua
- Massa volumica 6kg

Note: interessante la linearità del pulsante di azionamento e il grande diametro del manometro.

- Marca GLORIA
- Modello 43A
- Agente estinguente polvere
- Massa volumica 6kg

Note: interessante la maniglia di presa dell'estintore: dimensioni generose e alto grado di grip.

- Marca GLORIA
- Modello F 6 SKK
- Agente estinguente polvere
- Massa volumica 6kg

Note: interessante la maniglia di presa dell'estintore: pienamente integrata nell'estintore, il pulsante di azionamento, la leva di sicurezza e la collocazione della manichetta.

2.2.3 BENCHMARK DELLE METRICHE

Ora approfondiremo i prodotti selezionati mettendo a confronto tra loro le diverse metriche ricavate nelle pagine precedenti a partire dai requisiti del cliente.

Metrica								
Modello	EXM-005	F2	15006002	IPI-6H	AG-3F	B10BC	43A	F6SKK
Prezzo processo produttivo [voto 1-5]]	2	4	3	3	3	3	4	5
Personalizzazione smontabile [Si/No]	No (Base)	Si (coprivalvola)	Si (leva)	Si (leva)	Si (leva)	Si (leva)	Si (leva)	Si (leva, maniche man e maniglia)
Tempo smontaggio [voto 1-5]	2	3	2	2	2	2	2	4
Massa volumica elementi aggiuntivi								
Presenza di grip sulla leva [Si/No]	Si	No	No	No	Si	No	Si	Si
Elemento protezione urti valvola [Si/No]	No	SI	No	No	No	No	Si	Si
Elementi di sicurezza [Si/No]	Si	Si	Si	SI	Si	Si	Si	Si
Elemento anti-ribaltamento [Si/No]	Si	No	Si	SI	Si	Si	SI	Si
Presenza Gancio esterno [Si/No]	SI	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Valutazione funzionale [voto 1-5]	4	3	4	4	4	3	5	5
Valutazione qualitativa [voto 1-5]	3	3	4	3	3	3	4	5

2.2.4 Benchmark dei requisiti

Dopo aver confrontato le metriche delle specifiche di prodotto che abbiamo selezionato, diamo dei voti ai requisiti che abbiamo selezionato precedentemente.
■ → scarso
■■ → sufficiente
■■■ → buono
■■■■ → ottimo

Requisito								
Modello	EXM-005	F2	15006002	IPI-6H	AG-3F	B10BC	43A	F6SKK
Processo produttivo economico	■■■■	■■	■■■	■■■	■■■	■■■	■■	■■
Facile eseguirvi manutenzione	■■■■	■■	■■■	■■■	■■■■	■■■■	■■■	■■
Leggero (non ulteriormente appesantito)	■■■■	■■■	■■■■	■■■	■■■	■■■■	■■■	■■■■
Resistente	■■■	■■■	■■■	■■■	■■■	■■■	■■■■	■■■■
Facile da usare	■■■■	■■■	■■■	■■■	■■■	■■■■	■■■■	■■■■
Facile da impugnare	■■■	■■	■■■	■■■	■■■	■■■	■■■■	■■■■
Sicuro	■■■	■■■■	■■■	■■■	■■■	■■■	■■■■	■■■■
Adattabile a diverse tipologie di estintore	■■	■■	■■	■■	■■	■■	■■	■■
Facilmente riponibile/ appendibile	■■■	■■■	■■	■■	■■	■■■	■■■■	■■■■
Avere un aspetto tecnico	■■■	■■■	■■■	■■■	■■	■■■	■■■	■■■
Avere un aspetto gradevole	■■	■■■	■■■	■■	■■	■■	■■■	■■■■

2.2.5 IDENTIFICAZIONE DELLE SPECIFICHE OBIETTIVO

Ora, dopo aver confrontato i vari requisiti tra i diversi estintori selezionati, andremo a delineare le varie specifiche obiettivo che il nostro prodotto dovrà avere. Risulta essere molto importante fissare queste specifiche per avere sia dei “valori obiettivo” che dei valori limiti minimi che l’estintore dovrà avere. Riportiamo di seguito le varie specifiche obiettivo suddivise in due tipologie: accettabili che esprimono il limite minimo e ideali che esprimono il limite massimo o ottimale che il progetto potrà avere.

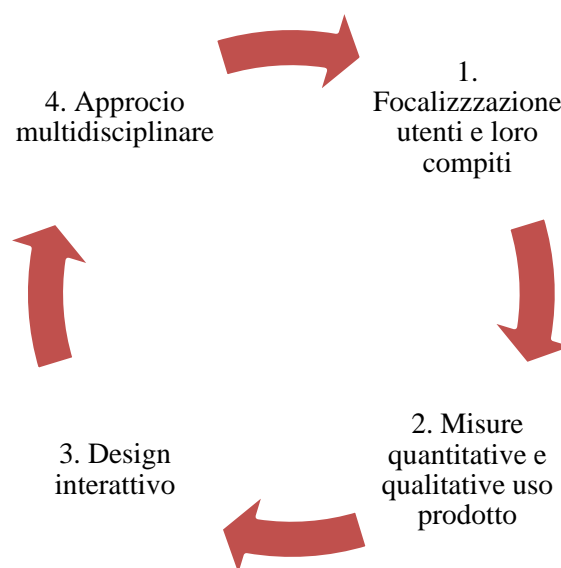
Metrica	**Accettabile**	**Ideale**
Prezzo produttivo economico [€]	20	10
Facile eseguirvi manutenzione [Si/No]	Si	No
Velocità smontaggio personalizzazione per manutenzione [min]	3	5
Massa elementi personalizzazione [Kg]	0,5	0,1
Valutazione di resistenza [1-5]	3	5
Facilità d’uso [1-5]	1	5
Presenza di grip in gomma [Si/No]	No	SI
Presenza di più sicure [Si/No]	No	Si
Personalizzazione adattabile a diverse tipologie di estintore [Si/No]	No	Si
Larghezza base [cm]	25	20
Presenza di un gancio [Si/No]	No	Si
Valutazione funzionale [1-5]	3	5
Valutazione qualitativa [1-5]	3	5

Abbiamo così formalizzato gli obiettivi del nostro progetto, ora proseguiremo con le scelte progettuali tenendo sempre conto di questi valori e di cosa comportano.

2.3 User centered design

Alla base dell'usabilità può essere posto il processo User Centered Design. L'essenza di questo processo, che prevede il coinvolgimento dell'utente finale del prodotto in tutto il ciclo di ideazione, progettazione e sviluppo, può essere definita come "la pratica di disegnare i prodotti in modo da permettere all'utente di assolvere i propri compiti con il minimo stress e la massima efficienza".

Oggi questo processo user centred design è regolamentato nello standard ISO 13407.[10]

I quattro principi dell'UCD che ne riassumono le caratteristiche, sono:

1_focalizzazione sugli utenti e i loro compiti: è necessario un approccio sistematico e strutturato agli utenti, che permetta di registrare tutte le informazioni relative ai loro compiti e che li coinvolga in tutte le fasi del ciclo di vita del prodotto;

2_misure quantitative e qualitative circa le caratteristiche d'utilizzo del prodotto;

3_design iterativo, basato sulla struttura "primo design > test > secondo design", da applicarsi fin dalle prime fasi di ideazione in maniera ciclica lungo tutto l'arco di sviluppo del prodotto;

4_approccio multidisciplinare del team di usabilità, che sia in grado di avere una conoscenza trasversale di campi anche molto diversi come marketing, formazione, fattori umani, multimedia.

[10] ISO 13407-2000, Human centred design processes for interactive systems.

Alla base del ciclo di produzione di un sistema interattivo vi sono tre elementi: il modello del progettista, l'immagine del prodotto e il modello dell'utente.

Per una buona progettazione sono quindi necessarie due condizioni:

_fornire un buon modello concettuale che permetta facilmente all'utente di prevedere i risultati delle proprie azioni;

_rendere visibili le cose e creare delle corrispondenze tra strumenti, azioni e reazioni. Fondamentale diventa quindi il principio del mapping.

A facilitare questo processo interviene il feedback. I problemi di usabilità e le difficoltà di interazione esistono quando non vengono rispettati questi principi: i comandi diventano arbitrari e non giustificati, costringendo l'utente a un inutile sforzo di memoria.

Con il modello user centered design, che inizia ad affermarsi su larga scala alla fine degli anni '80, si riconosce l'importanza non solo delle capacità e dei vincoli fisici e cognitivi dei singoli utenti, ma anche delle relazioni culturali, sociali e organizzative, nonché degli artefatti cognitivi distribuiti nell'ambiente che influenzano il modo di lavorare dell'uomo.

Fanno parte del processo UCD:

_Conoscenza degli utenti

_Analisi comparativa

Definizione dei requisiti di usabilità. Si devono definire quali sono le priorità dei vari aspetti dell'usabilità del prodotto.

Questa gerarchia dovrà guidare nella scelta fra soluzioni diverse: ad esempio, se il prodotto prevede un utilizzo saltuario, l'accento dovrà essere posto più sulla facilità di apprendimento e utilizzo, piuttosto che sulla personalizzazione. Per ciascuna caratteristica vanno individuate delle misure di riferimento (se possibile sfruttando l'analisi comparativa) e i limiti di accettabilità.

_Progettazione parallela

_Prototipazione

_Validazione di usabilità attraverso test

_Indagine follow up

2.3.1 VALIDAZIONE DI USABILITA’: TEST

In questa fase andremo a proporre a uno specifico target d’utenza un set di alcuni oggetti , mostrati nel capitolo 2.1.4, che presentino un’erogazione del prodotto contenuto attraverso un canale esterno. Lo scopo di questa prova sarà quello di sottoporre l’utenza all’analisi e utilizzo di questi oggetti. Analizzeremo le prove di utilizzo degli oggetti indirettamente tramite un questionario da compilare a cura dell’utente, che sappia svelare le problematicità e i pregi dell’erogazione. Noi, invece, analizzeremo direttamente l’utente durante le prove di usabilità annotando tutte le possibili problematicità e migliorie.

Gli oggetti che andremo ad analizzare sono i seguenti:

1.Accendigas 2. Collante 3. Spruzzatore 4. Farmaco

Il questionario sarà così composto:

- Dati generali utili all’identificazione del target
- Immagine e nome del prodotto utile alla chiara identificazione del prodotto da parte dell’utente
- Domande mirate che evidenzino i seguenti aspetti
    - Rapporto ergonomico con l’oggetto
    - Erogazione del prodotto
    - Istruzione per erogazione del prodotto
    - Azionamento del prodotto
    - Sistema di sicurezza
    - Esperienze pregresse utilizzo prodotto

Riportiamo nelle due pagine seguenti il format del questionario sottoposto.

QUESTIONARIO USABILITA'

Prodotto: *[inserire nome prodotto]*

Dati generali

1. Sesso	○	M	○	F		
2. Età	○	< 16	○	16-25	○	>25
3. Altezza	○	<160	○	160-180	○	>180
	○	Mancino	○	Destroso	○	Ambidestro

NOTA:
Leggi con attenzione ciascuna affermazione che viene presentata ed indica la tua risposta segnando
la casella corrispondente ad uno dei numeri nella scala; non pensare a lungo prima di rispondere. Se non sai cosa rispondere ad una particolare voce, segna la casella centrale della scala.

	Completo disaccordo				Completo accordo
4. Penso che mi piacerebbe utilizzare questo metodo di accensione della fiamma	1	2	3	4	5
5. Ho pensato che il sistema fosse facile da utilizzare	1	2	3	4	5
6. Penso che avrei bisogno delle istruzioni per utilizzare questo sistema di accensione della fiamma	1	2	3	4	5
7. Ho trovato l'impugnatura molto confortevole	1	2	3	4	5
8. Ho trovato l'azionamento a pulsante e il pulsante di sicurezza facilmente azionabili	1	2	3	4	5
9. Non ho trovato alcun problema ad accendere la fiamma	1	2	3	4	5
10. Non ho trovato alcun problema a regolare la fiamma	1	2	3	4	5

11. Non ho trovato alcun problema a sbloccare il pulsante di sicurezza	1	2	3	4	5
12. Ho trovato il sistema di accensione inutilmente complesso	1	2	3	4	5
13. Ho premuto il pulsante di sicurezza prima di azionare il pulsante di accensione della fiamma	1	2	3	4	5
14. Ho trovato il sistema di sicurezza dell'erogazione molto sicuro	1	2	3	4	5
15. Ho trovato i passaggi per l'accensione della fiamma ben integrati nel prodotto	1	2	3	4	5
16. Ho rilevato troppe incoerenze nel metodo di accensione e controllo della fiamma	1	2	3	4	5
17. Immagino che la maggior parte delle persone potrebbero imparare ad utilizzare questo prodotto molto velocemente	1	2	3	4	5
18. Ho trovato il prodotto molto scomodo da utilizzare	1	2	3	4	5
19. Mi sono sentito molto sicuro nell'utilizzo del prodotto	1	2	3	4	5
20. Avevo delle conoscenze pregresse nell'utilizzo di un prodotto simile	1	2	3	4	5

2.3.2 VALIDAZIONE DI USABILITA': RISULTATI TEST

Abbiamo deciso di suddividere i risultati dei test di usabilità in diverse categorie per rendere più fluido e chiaro il tutto:

Erogazione e istruzioni erogazione

Tra i vari metodi di erogazione proposti agli utenti selezionati è emerso che il sistema di erogazione del farmaco gola action risulta essere quello più gradito e di facile comprensione da parte dell'utente.

Dall'altro lato, invece, il sistema di erogazione della colla pattex mille chiodi risulta essere quello meno gradito e di difficile comprensione d'uso dall'utente. Infatti risultano essere necessarie le istruzioni per il suo utilizzo.

Nello specifico il 52% del target gradisce il sistema gola action, mentre il 16% non gradisce il sistema pattex mille chiodi.

Va inoltre notato che il 71% degli utenti avrebbe necessità delle istruzioni per utilizzare il prodotto pattex, mentre il 92% non avrebbe bisogno delle istruzioni per utilizzare il prodotto gola action.

Dobbiamo, però, notare che il 96% reputa necessarie le istruzioni per utilizzare lo spruzzatore e che l'84% lo reputa facile da utilizzare. Inizialmente potrebbero porsi in netta contraddizione le due risposte, ma se ci soffermiamo sull'ultima risposta ci rendiamo conto che l'88% delle persone aveva conoscenze pregresse nell'uso di un prodotto simile. Il tutto ci porta quindi ad affermare che il modello di erogazione risulta essere un modello semplice d'uso perché fa parte del bagaglio culturale delle nostre abitudini, ben radicata nel nostro vivere quotidiano.

Rapporto ergonomico

L'impugnatura dell'accendigas risulta essere, senza dubbio, quella più confortevole, studiata per una presa ergonomica e soprattutto adatta alla presa e azionamento con una sola mano.

Lo spruzzatore, invece, non presenta la minima attenzione all'impugnatura la presa dell'oggetto è caratterizzata da linee squadrate e geometriche. Infatti il 64% reputa l'impugnatura assolutamente non confortevole.

Azionamento

Il prodotto che risulta avere un migliore azionamento è lo spray medicale raggiungendo quota 96% per la sua facilità di azionamento. Questo dato appare in strettissima conseguenza con i dati raccolti precedentemente.

Dobbiamo, però, notare che risulta che la colla pattex raggiunge quota 92% nella facilità di azionamento, nonostante le difficoltà nel capire come usarlo il funzionamento risulta ottimale.

Sistema di sicurezza

Nonostante abbia ottime qualità nell'azionamento, nell'erogazione e nella presa il sistema di sicurezza dello spray medicale raccoglie il 72% di sfavore per la poca sicurezza del sistema di erogazione. È sufficiente un lieve tocco per nebulizzare il prodotto in qualsiasi posizione dell'erogatore.

Invece l'accendigas raggiunge il 96% di soddisfazione per il suo sistema di sicurezza: facilmente intuibile e sicuro non permette l'azionamento della fiamma ai bambini.

Conoscenze pregresse

In perfetta sintonia con i risultati raccolti abbiamo notato che il 92% degli utenti aveva avuto in sistema come quello dello spray medicale. Probabilmente ciò spiega la semplicità nell'erogazione del prodotto misurata nei vari test.

Mentre il 76% del target non aveva la minima conoscenza di un metodo di erogazione similare a quello della colla pattex. Motivazione deducibile anche dalle difficoltà emerse nell'utilizzo del prodotto stesso.

2.4 BRIEF

Dopo questa lunga fase di ricerca e soprattutto in relazione ai vari test effettuati e alle interviste dirette fatte agli utenti sono emerse diverse caratteristiche che il prodotto dovrà avere.

In questa fase, quindi, andremo a definire Il brief del nostro progetto.

Il brief è la descrizione del prodotto da progettare in un breve testo che definisce l'utente a cui è indirizzato, le funzioni che deve avere (ovvero i requisiti), le prestazioni a cui deve rispondere (i bisogni) e le soluzioni che abbiamo ipotizzato.

ESIGENZE	REQUISITI	SOLUZIONI
Funzionalità	Comprensione dell'utilizzo alla portata di tutti (user friendly)	Riprogettazione del sistema di leveraggio mantenendo inalterata la forma dell'anello di erogazione per mantenere chiaramente comprensibile cosa tirare
Velocità	Poche fasi per attuazione	Erogare il prodotto utilizzando una sola mano mantenendo la seconda mano sulla manichetta rendendo l'erogazione più veloce. Aggiungere delle indicazioni sonore.
Facilità di assemblaggio	Progettazione mirata ai criteri del design for assembly	Minimizzare il numero dei componenti e delle fasi di assemblaggio
Ergonomico	Adattabile a un percentile ampio e variegato	Presa stretta e lunga per essere adattabile alle diverse tipologie di mano. (Aspetto ruvido e lamellato per garantire un'ottima aderenza della mano)
Pulibile	Ridurre al minimo i tempi di pulizia	Creare una scocca di protezione che semplifichi l'operazione di pulizia e possa garantire altri requisiti come la sicurezza.
Differenziazione estetica	Esprimere un valore aggiunto al prodotto	Cover di copertura personalizzabile a seconda del cliente
Differenziazione funzionale e tecnologica	Esprimere e riprogettare delle funzioni aggiuntive al progetto	Possibilità inserire elementi tecnologici atti a ridurre i tempi e i costi di manutenzione (touch screen, indicazioni sonore…)

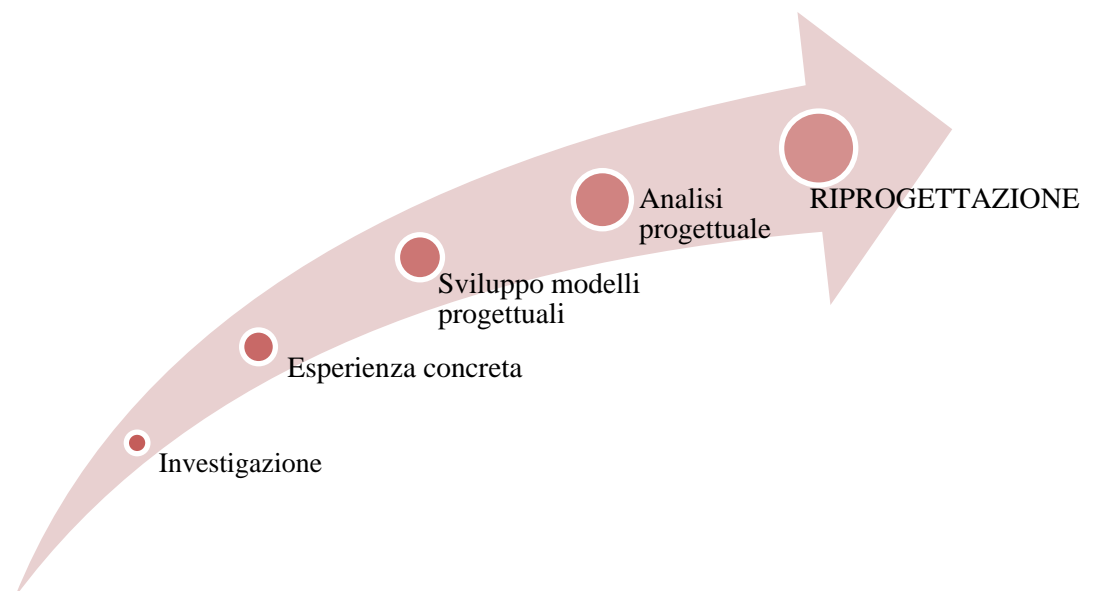
Minima differenziazione interna	Utilizzo di una meccanica standard ben consolidata	Dal processo di reverse engineering analizzeremo il sistema di erogazione e lo manterremo tale
Economico	Bassi costi di processo	Dati i bassi lotti di produzione prediligeremo tecnologie di produzione di uno stampaggio con costi contenuti.
Sicurezza	Messa in sicurezza della valvola per migliorare la resistenza agli urti	Ipotizzeremmo un sistema in grado di incapsulare la valvola e proteggerla in caso di caduta
Qualità	Le varie scelte dovranno essere guidate da questo valore per garantire tutti gli altri requisiti	Leggendo attentamente le varie normative abbiamo un'idea molto precisa dei test che l'estintore dovrà effettuare. Quindi ipotizzeremo la scelta dei materiali e dei processi sulla base di essi.
Utilizzo in ambiti differenti	Scelta di materiali adattabili e integrabili a diversi ambienti e climi.	Ipotizzeremo dei materiali nati per ampi range di temperatura, poco sensibili agli sbalzi termici.
Facilità di riposizionamento	Predisposizione di opportuni agganci e sedi	Per mantenere il sistema di sostegno dell'estintore più stabile ipotizzeremo un sistema di aggancio al serbatoio.

3. Reverse engineering

Dopo quest'attenta fase di ricerca e di confronto, è arrivato il momento di iniziare la fase più ricca del progetto.
Attraverso il reverse engineering, fondamentale ai fini della riprogettazione, avremo un primo approccio prettamente sperimentale e analitico per l'oggetto che andremo a riprogettare.

Diamo ora una definizione precisa di reverse engineering: con questo termine si intende un esame di un dispositivo oggetto o sistema esistente tramite un processo di analisi dei suoi principi tecnologici e delle sue strutture, funzioni ed operazioni. Il seguente metodo comprende la ricerca di informazioni, l'osservazione e lo smontaggio dell'oggetto o sistema che si andrà ad osservare anche tramite l'analisi dettagliata delle funzioni di sottoassiemi e componenti.

Risulta doveroso sottolineare l'importanza fondamentale del reverse engineering nel processo di progettazione risultando un forte strumento di ispirazione, non di imitazione. Esso, infatti, fornisce indicazioni utili su chi ha già affrontato determinati problemi fornendo indicazioni utili sulle specifiche di prodotto e di produzione, soluzioni tecniche, inoltre mette in evidenza problemi progettuali (funzionali e tecnologici) che potrebbero presentarsi in fase progettuale.

Questa metodologia si basa su un processo standard che prevede diversi passaggi che portano alla fase di riprogettazione.
Riportiamo di seguito uno schema che mostra le diverse fasi di questa metodologia. Dobbiamo, inoltre, sottolineare che l'ordine di elencazione rispecchia anche l'ordine cronologico dei vari passaggi utile a eseguire il processo nella maniera più corretta.

Le fasi del reverse engineering

- *Investigazione*

In questa fase il prodotto viene osservato esternamente dal punto di vista dell'utente.
Tramite un modello black box definiremo gli input e gli output dell'oggetto, ovvero analizzeremo l'oggetto come se fosse una scatola nera, quindi smontandolo e capendone i meccanismi interni.
Questa definizione ci porta a capire le modalità di funzionamento dell'oggetto stesso, ma anche ad iniziare a cogliere la complessità e a raccogliere i primi spunti per la riprogettazione.

- *Esperienza concreta*

In questa fase ci iniziamo a porre in maniera più critica verso l'oggetto. Qui il prodotto viene smontato e osservato tramite un modello glass-box, come se l'oggetto fosse esternamente trasparente e lasciasse intravedere tutto il suo interno.
Gli obiettivi di questa metodologia sono di riconoscere i sottoassiemi e le relative funzioni al fine di capire meglio i principi di funzionamento del prodotto e a rilevare i parametri operativi per aiutarci a ragionare meglio sulle scelte progettuali.

- *Sviluppo modelli progettuali*

Questa fase è un ulteriore sviluppo dell'esperienza concreta. Qui vengono sviluppati dei modelli cinematici e dinamici che consentono di capire le iterazioni tra i vari meccanismi e i sistemi del prodotto.
Questa fase viene sviluppata tramite modelli 2D, 3D con sistemi CAD oppure può arrivare a veri e propri prototipi.

- *Analisi progettuale*

Questa fase può comprendere sia lo studio dei modelli e dei prototipi sviluppati nel punto precedente sia una ricerca brevettuale.
Tramite lo studio dei modelli si può arrivare a migliorare e ad ottimizzare le iterazioni tra i vari sistemi e/o componenti. La ricerca brevettuale, invece, è uno step importante per comprendere il funzionamento di prodotti similari, analizzare le soluzioni tecniche e acquisire importanti fonti di ispirazioni per il nostro progetto.

3.1 INVESTIGAZIONE

Ora andremo ad analizzare il nostro oggetto: l'estintore con il modello black box, precedentemente spiegato.

Modello black-box:

Applicazione modello black-box all'estintore:

Analisi delle modalità di funzionamento

Con il modello black-box esplicitato nella pagina precedente attraverso un sunto molto sintetico e schematico che ci aiuta a capire come funziona l'estintore.

Gli input:

- **Agente estinguente**
  All'interno del serbatoio trova posto l'agente estinguente. Esso è disponibile sotto diverse forme a seconda della tipologia da estinguere.
- **forza dell'utente**
  La forza dell'utente è l'elemento necessario per mettere in moto il sistema estintore. L'utente applica una forza sulla leva superiore posta sul punto più alto dell'estintore tale per cui la valvola interna dell'estintore si alzi e metta in moto il sistema.

Funzione del sistema estintore
La funzione del sistema estintore sarà quella di convertire la forza dell'utente in forza per l'apertura della valvola di uscita dell'agente estinguente.
Nel caso di un estintore a pressione permanente il sistema agirà direttamente sull'apertura della valvola. Mentre nel caso di estintori pressurizzati al momento dell'utilizzo il sistema agisce su un dispenser interno che permetterà al sistema estintore di funzionare.

Gli output:

- **Ritorno sonoro**
  Questo è l'output sonoro che l'utente sentirà quando metterà in funzione il sistema.
- **Agente estinguente**
  L'agente uscirà fino a che il sistema sarà messo in funzione dall'utente.

Spunti progettuali
Da tutto questo sistema black-box risulta essere evidente che i punti fondamentali sono l'iterazione tra l'utente e il sistema estintore e l'operazione di trasformazione necessaria al buon funzionamento della meccanica che andremo ad analizzare nelle fasi successive.
Gli spunti progettuali iniziali saranno quindi indirizzati alle possibilità di miglioramento nella funzionalità del sistema e dell'ergonomia dello stesso.

3.2 ESPERIENZA CONCRETA

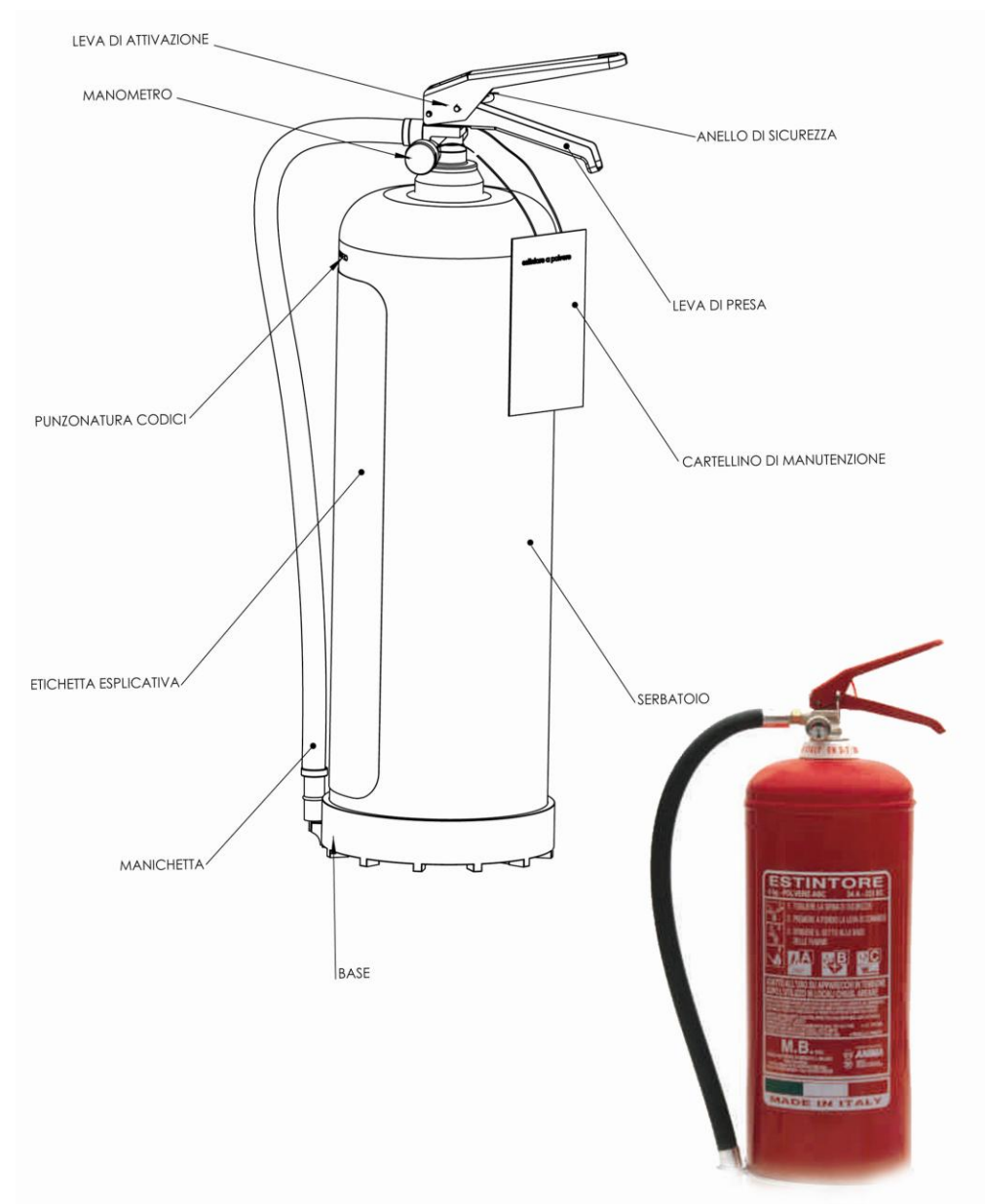
In questa fase analizzeremo più a fondo il sistema estintore. Per prima cosa, supportati dall'azienda MB estintori di Legnano, abbiamo procurato un estintore da 6Kg.

Il modello in dotazione è il PMB6B/EN, prodotto ampiamente commercializzato dall'azienda come prodotto di fascia medio bassa. Il costo economico della produzione del serbatoio di questo modello si distingue per il basso costo di produzione e l'alto grado di sicurezza.

Il percorso di esperienza concreta che effettueremo sarà suddiviso nelle seguenti fasi di analisi:

- Presentazione oggetto
- Storyboard d'utilizzo
- Identificazione dei gruppi funzionali
- Conclusioni e scelte progettuali

3.2.1 ANALISI OGGETTO CAMPIONE

Nelle figure di seguito riportate vengono mostrate tutte le componenti esterne dell'estintore campione che abbiamo in dotazione.

Componenti esterne:

- Leva di attivazione
- Leva di presa
- Anello di sicurezza
- Manometro
- Manichetta
- Serbatoio
- Base
- Cartellino manutenzione
- Etichetta esplicativa

3.2.2. STORYBOARD USO TIPICO

La storyboard mostra le operazioni da compiere passo passo per il corretto uso dell'estintore. L'analisi fotografica mette in evidenza le azioni dell'utente, i metodi e i momenti di iterazione con l'oggetto estintore.

Nelle immagini seguenti verrà mostrato l'ordine cronologico delle operazioni da svolgere:

1
Presa dell'estintore tramite apposita leva

2
Estrazione Anello di sicurezza

3
Presa manichetta nella parte finale di erogazione e posizionamento della manichetta verso la base del principio d'incendio

4
Pressione sulla leva di attivazione fino al punto di stop.

5
Rilascio della leva alla fine dell’estinzione dell’incendio o al termine del quantitativo di agente estinguente

Dall’analisi della storyboard possiamo affermare che l’utente interagirà con i seguenti componenti:

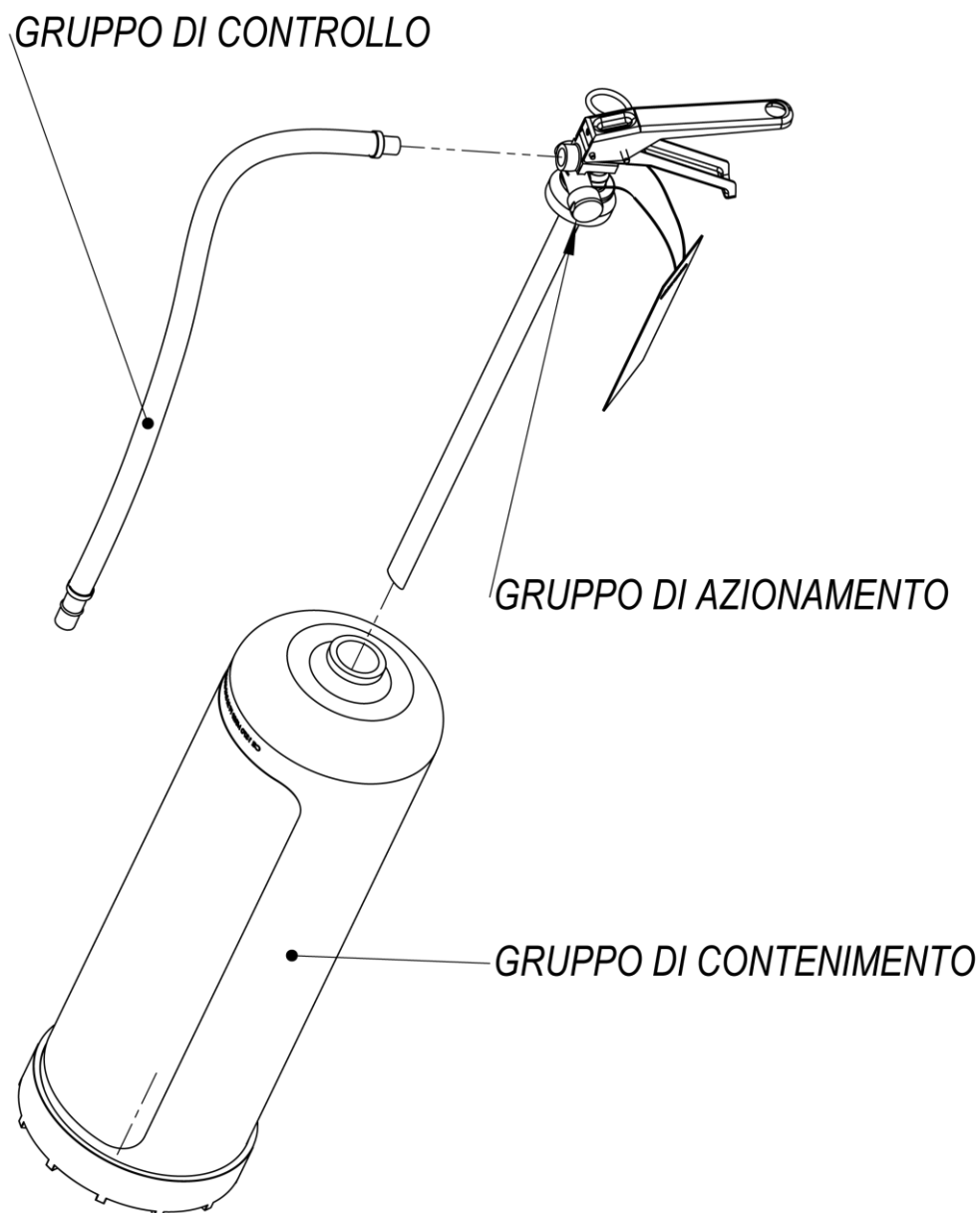
- **Maniglia** che verrà utilizzata per le operazione di movimentazione e presa dell’estintore stesso.
- **Anello di sicurezza** utilizzato dall’utente per l’operazione di avvio della meccanismo di uscita dell’agente estinguente.
- **Manichetta** presa per posizionare l’uscita dell’agente estinguente alla base del principio d’incendio.
- **Leva di attivazione** utilizzata come iterazione finale dell’utente per l’uscita dell’agente estinguente.

Risulta di fondamentale importanza lo studio di queste iterazioni tra le parti al fine di ottenere un progetto finale quanto più possibile focalizzato e attento alle esigenze dell’utilizzatore.

3.2.3 IDENTIFICAZIONE DEI GRUPPI FUNZIONALI

Una volta osservate le componenti esterne dell'estintore ed aver realizzato una storyboard che descrive il suo funzionamento possiamo passare all'analisi della componentistica interna.

Nella prima fase smonteremo l'oggetto per poter capire come è assemblato e quali sono i gruppi funzionali che compongono il sistema stesso.
Nella seconda fase, invece, verrà smontato completamente per permetterci di analizzare ogni singolo pezzo e le iterazioni tra loro attraverso il modello glass-box.
Per una migliore iterazione con l'oggetto stesso quoteremo le varie componenti per realizzare un modello 3d parametrico dell'estintore. Questa fase di restituzione sarà molto utile anche all'atto della riprogettazione dell'oggetto.

Iniziando a smontare l'estintore in dotazione appare facile individuare tre gruppi funzionali:

Gruppo di azionamento_composto da:

1. Tubo pescante
2. Valvola
3. Pistoncino per valvola
4. Guarnizione OR di tenuta
5. Guarnizione OR di tenuta
6. Molla pistoncino
7. Premi valvola
8. Guarnizione di tenuta valvola
9. Alzata per valvola
10. Leva inferiore (maniglia)
11. Leva superiore (pulsante di azionamento)
12. Spina di sicurezza
13. Perno di rotazione
14. Guarnizione tenuta OR manometro
15. Manometro
16. Cartellino di manutenzione

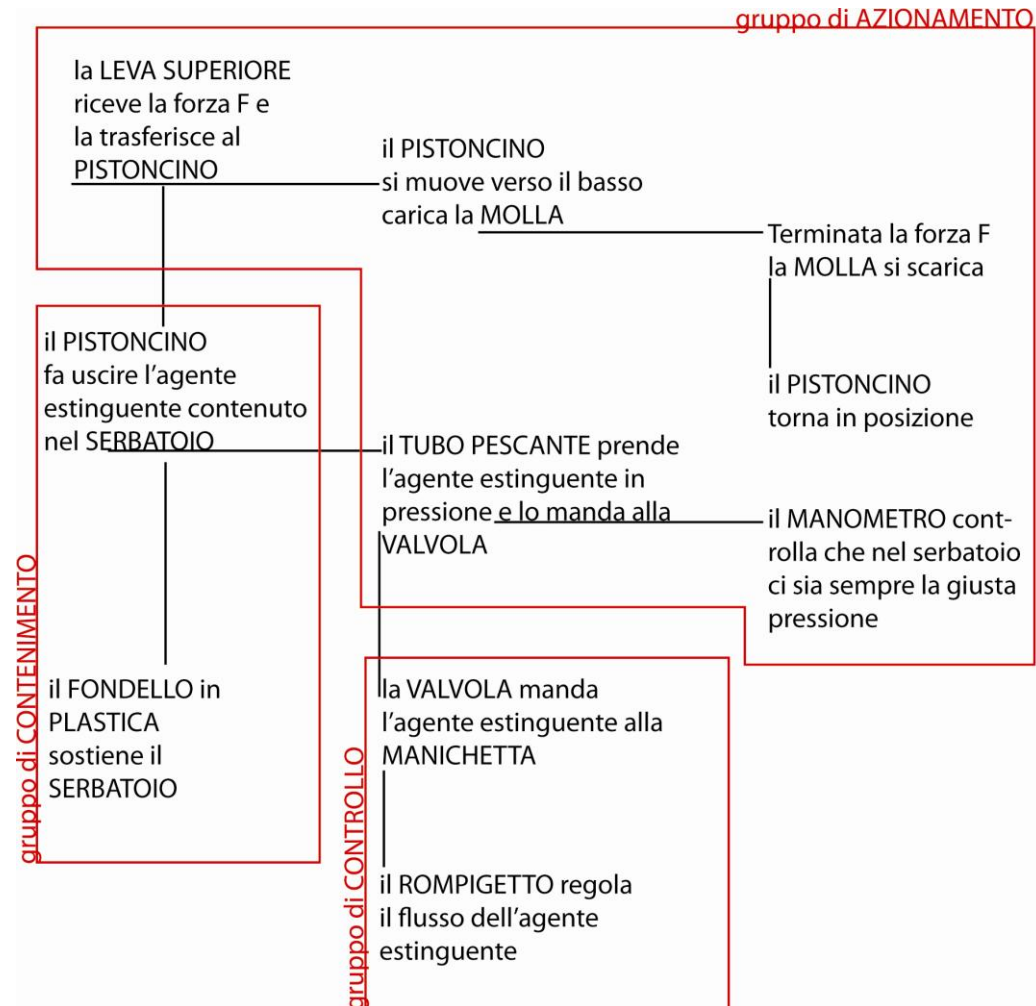
Gruppo di contenimento_composto da:

17. Serbatoio
18. Fondello in plastica
19. Etichetta esplicativa

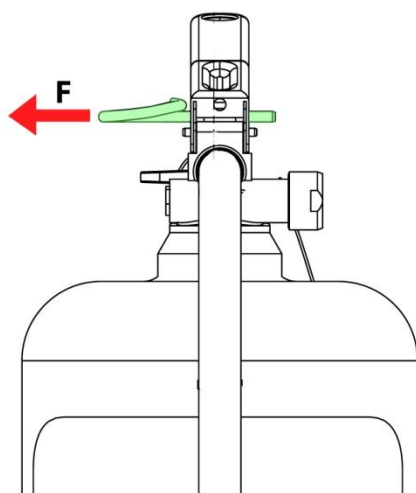
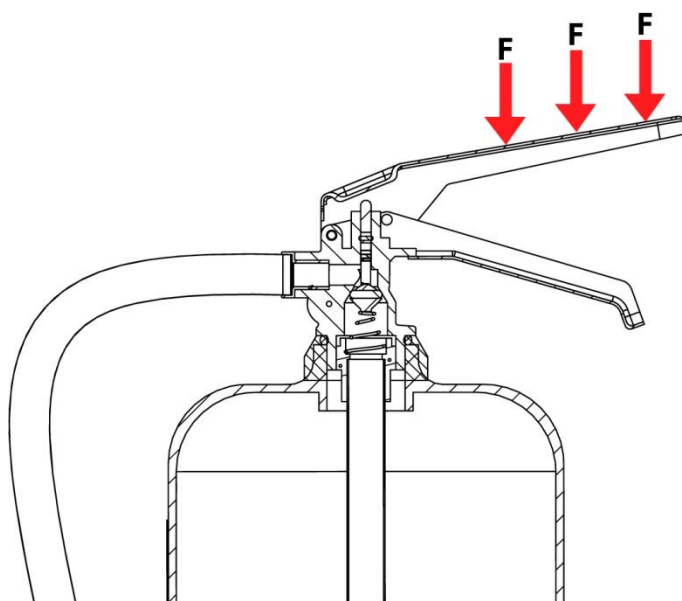
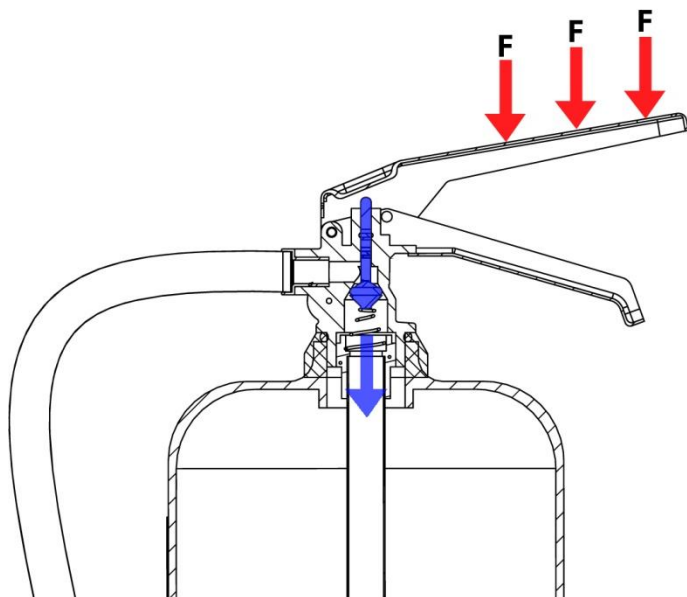
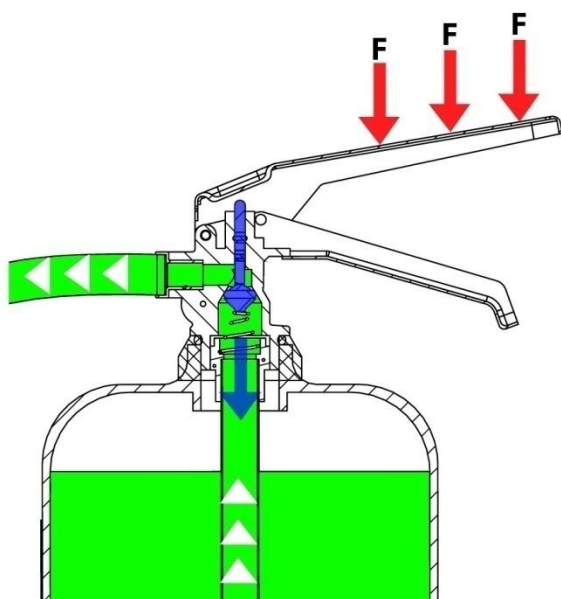
Gruppo di controllo_composto da:

20. Manichetta
21. Elemento raccordo valvola
22. Elemento giunzione manichetta
23. Rompigetto

Modello glass box

Dopo aver individuato i tre gruppi funzionali e i singoli componenti possiamo delineare un modello glass-box che rappresenta le iterazioni tra i componenti principali del sistema estintore.

3.2.4 ANALISI CINEMATICA ESTINTORE

Lo sviluppo di un modello è un utile metodo per lo studio delle varie iterazioni tra i componenti interni, la cinematica e le forze che si sviluppano sull'estintore.

Seppur connotato da un meccanismo piuttosto semplice attraverso varie immagini verranno messe in luce tutte le varie iterazioni attraverso schematizzazioni in 2D della meccanica interna.

PASSO 1:
L'utente applica una forza F per togliere l'anello di sicurezza (evidenziato in verde). In seguito afferrerà la manichetta, ma in questa fase non ci interessa.

PASSO 2:
L'utente applica una forza F alla leva rappresentata nel pulsante di attivazione. Tanto maggiore sarà la distanza dalla valvola tanto minore sarà il valore della forza F.

PASSO 3:
Esercitando la forza F sopra citata il pistoncino viene spinto nel condotto della valvola.
Quando l’utente non eserciterà più la forza F il pistoncino ritornerà alla sua posizione grazie alla molla di recupero.

PASSO 4:
I passi precedentemente illustrati permetteranno all’agente estinguente in pressione di uscire prima dal tubo pescante, poi dal condotto della valvola e infine dalla manichetta.
Il tutto finché l’utente eserciterà la forza F o finché l’agente non sarà terminato.

3.3 SPECIFICHE DI PRODUZIONE

Dopo questo lungo percorso di reverse engineering è utile ai fine di una progettazione mirata capire le tecnologie di produzione utili e discutere anche in collaborazione con l'ufficio tecnico dell'azienda le ipotesi inerenti le specifiche di produzione.

L'obiettivo di questa discussione è quello di andare ad adattate la configurazione del prodotto alle tecnologie produttive presenti in azienda o eventualmente esterne; ma soprattutto sono fondamentali per iniziare a redigere una stima dei costi e un preventivo di massima.
Dalle specifiche di prodotto e dalla fase di reverse possono derivare le specifiche di produzione, ma sempre basate sui principi di funzionamento, sulla struttura del prodotto estintore, sulle relazioni ei disegni tra i vari componenti dell'estintore stesso.

Partendo dai dati fornitici sul estintore in dotazione ipotizziamo le diverse specifiche.

Possiamo dividere le specifiche di produzione in tre gruppi:

1. Dati generali:
   - Volume di produzione: 50000 unità
   - Durata minima: 5 anni
   - Prezzo al pubblico: 300€ (circa)
   - Investimento: 200.000€ (circa)

2. Requisiti tecnici sull'assieme:
   - Smontaggio minimo ogni 6 mesi
   - Ampia durata per un alto numero di cicli d'uso
   - Resistenza dei materiali e dei giunti
   - Superficie di giunzione precisa
   - Assemblaggio rapido e semplice da parte dell'operatore e del manutentore
   - Peso contenuto

3. Requisiti tecnici sui componenti aggiuntivi
   - Forma dell'elemento di personalizzazione semplice e attraente
   - Buone tolleranze dimensionali
   - Ottima finitura superficiale
   - Bassi limiti di tollerabilità sui difetti di stampaggio.

Teniamo presente che questa è solo una fase di ipotesi di specifiche di produzione. Esse verranno meglio definite una volta stabilito l'orientamento del nostro concept.

4 CONCEPT

Siamo giunto alla fase centrale del progetto: la fase di concept.

In questa fase del progetto metteremo in pratica tutte le nozione oggettive apprese nei capitoli precedenti per esprimere proposte creative interessanti e adatte ai nostri obiettivi e vincoli progettuali.

In questa fase di concept esprimeremo tutte le diverse proposte progettuali per andare a definire tutti i concetti che devono caratterizzare il nostro progetto e fissare le basi per la realizzazione dello stesso.
In questa fase di espressione di proposte progettuali terremo sempre ben presente tutta la parte di normative ben delineata nei primi capitoli.

4.1 DEFINIZIONE PROGETTO

Per una maggiore chiarezza, soprattutto nostra, prima di andare ad esplicitare i concetti basilari del progetto è meglio riassumere gli obiettivi espressi finora.

Su questi obiettivi andremo a erigere le fondamenta del nostro prodotto. Il prodotto stesso esprimerà questi concetti ricavati da varie fasi del metodo progettuale ovvero l'ipotesi progettuale iniziale, requisiti del cliente, specifiche di prodotto e di produzione.
Di seguito riportiamo in maniera dettagliata quelli che sono i diversi obiettivi:

- **Differenziazione estetica dal mercato base**
  Caratteristica fondamentale per l'estintore che andremo a riprogettare è la forte differenziazione estetica che andrà ad attirare una fascia consumers molto esigente e desiderosa di un prodotto diverso e adatto alle proprie esigenze.

- **Differenziazione funzionale**
  Il target al quale sarà indirizzato il prodotto risulta essere molto esigente non solo di una qualità estetica, ma anche di una forte funzionalità del prodotto estintore come qualità tattili, di sicurezza, di durata dei componenti.

- **Leggere modifiche alla meccanica interna**
  Questo punto risulta essere di fondamentale importanza per garantire i costi, la fattibilità e il risultato del prodotto estintore stesso.
  Il mantenere una meccanica interna ci permetterà di mantenere uno standard produttivo già perfettamente collaudato e garantito dall'azienda MB estintori stessa nel corso di molti anni.

- **Facilità di assemblaggio e smontaggio**
  La facilità e la semplicità di assemblaggio condizionano notevolmente i tempi di produzione e quindi i costi stessi di produzione. Inoltre, l'estintore subendo una manutenzione minima ogni 6 mesi avrà necessità di avere una personalizzazione facilmente smontabile e riposizionabile in poco tempo.

- **Semplice**
  La semplicità risulta essere una caratteristica molto comune nei processi di progettazione.
  Abbiamo avuto modo di notare che l'oggetto estintore ha subito diverse modifiche che l'hanno portato a una notevole semplicità estetica e funzionale. Pertanto il nostro concept dovrà essere orientato alla medesima filosofia.

- **Funzionale**
  Il progetto che andremo a sviluppare dovrà mantenere inalterata la funzionalità del prodotto estintore. Esso dovrà comunicare in maniera semplice il suo metodo di utilizzo a tutti. Il tutto sarà poi verificato attraverso una storyboard del suo utilizzo.

- **Ergonomico**
  La forma della nostra personalizzazione dovrà essere il più possibile orientata a migliorare l'ergonomia dell'oggetto estintore stesso. Il tutto dovrà rendere l'oggetto più user friendly possibile.
  Terremo quindi in considerazione l'user centered design che mette l'utilizzatore al centro del proprio processo progettuale. Sarà di vitale importanza mantenere una forte iterazione tra leva di attivazione e mano dell'utente.

- **Processo produttivo economico**
  La nuova personalizzazione dell'estintore dovrà essere prodotta con bassi costi di produzione e assemblaggio. Dal momento che non si prevedono alti volumi di produzione e meglio contenere i costi per immettere sul mercato un prodotto a un prezzo ragionevole.

- **Basso investimento**
  Come diretta conseguenza del punto precedente troviamo un basso investimento del processo di produzione. Dobbiamo infatti puntare verso processi economici o a tecnologie già presenti in azienda.

- **Sicurezza**
  La personalizzazione che andremo ad effettuare dovrà essere per prima cosa sicura e, anzi, aumentare la sicurezza dell'utilizzatore. Dovremmo quindi eliminare ogni possibile punto di pericolosità sull'oggetto estintore stesso.

- **Permeabilità del design**
  La personalizzazione che andremo a progettare dovrà avere una linea coerente con la forma dell'oggetto che possa rimanere inalterata per diverso tempo e non frutto di una moda o di un momento particolare.

- **Qualità**
  Gli obiettivi di basso costo di produzione dovranno tenere sempre bene in considerazione un'alta qualità sia estetica che funzionale dell'estintore.
  Mancando questo valore il prodotto ha altissime probabilità di diventare un grande flop.

- **Utilizzo su diversi modelli**
  Il poter adattare il progetto di personalizzazione risulta essere molto funzionale sia per la riduzione dei costi sia per l'allargamento del prodotto personalizzato ad altre fasce di prodotto.

- **Facilità di riposizionamento**
  Risulta essere molto importante per il nostro cliente, molto esigente, che il nostro prodotto estintore abbia una collocazione precisa prima e dopo il suo utilizzo.

4.1.1 SVILUPPO CONCEPT

Avendo deciso di differenziare il meno possibile la meccanica interna e volendo differenziare fortemente l'estetica e la funzionalità esterna abbiamo optato per la suddivisione del concept in due filoni: funzionalità/ergonomia e meccanica.

Le due vie che abbiamo individuato dovranno essere affrontate in fase cronologica, ma sempre in relazione l'una con l'altra.

Meccanica
Abbiamo deciso di incominciare con la meccanica dell'oggetto stesso.
In questa fase svilupperemo delle possibili modifiche alla meccanica interna dell'estintore stesso.
L'obiettivo di questa fase meccanica è sempre quello di ipotizzare le minore modifiche possibili cercando di adattarle, ove necessario, alle nuove forme estetiche e funzionali.
Una volta sviluppati alcuni modelli meccanici li applicheremo a dei possibili concept.

Funzionalità ed ergonomia
Questa di fase di concept prevede la realizzazione di schizzi e disegni che riguardano l'estetica funzionale, la semplicità d'uso dell'oggetto estintore e l'ergonomia dello stesso.
Risulta di notevole importanza ricordarsi che l'estintore presenta un serbatoio caratterizzato da una dimensione e un peso ben precisi; Caratteristiche molto importanti ai fini di una progettazione equilibrata.

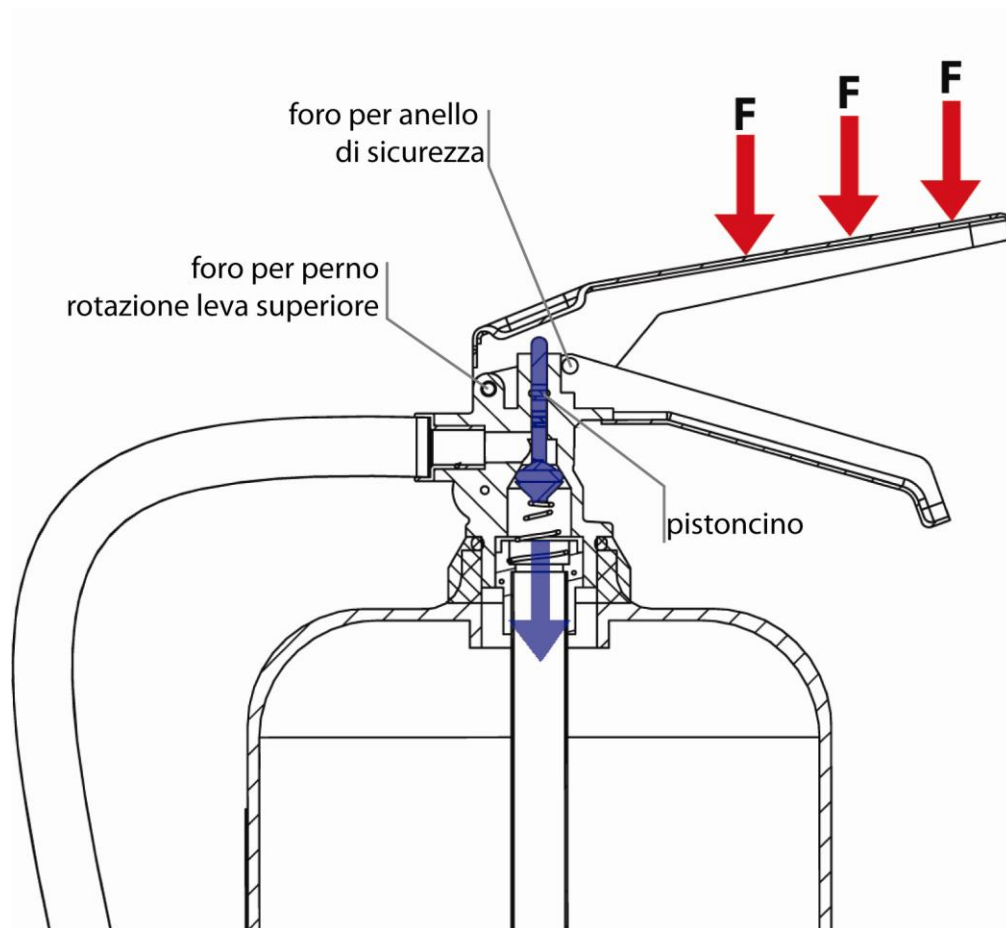
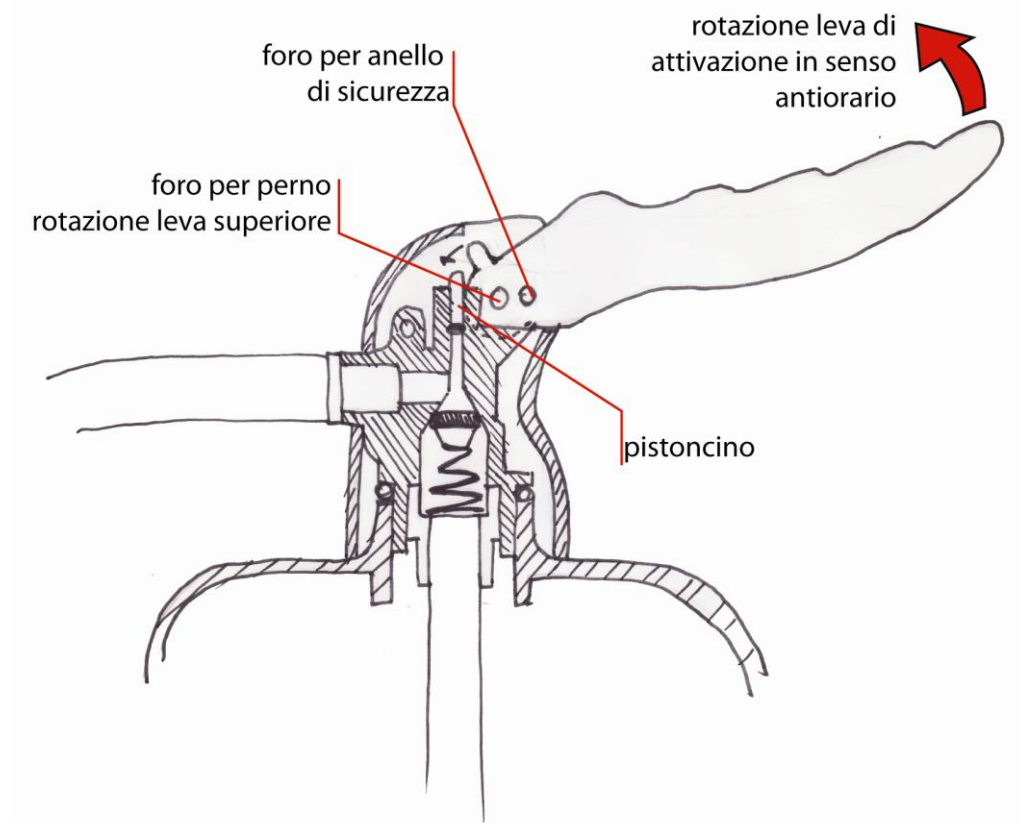
4.2 MECCANICA

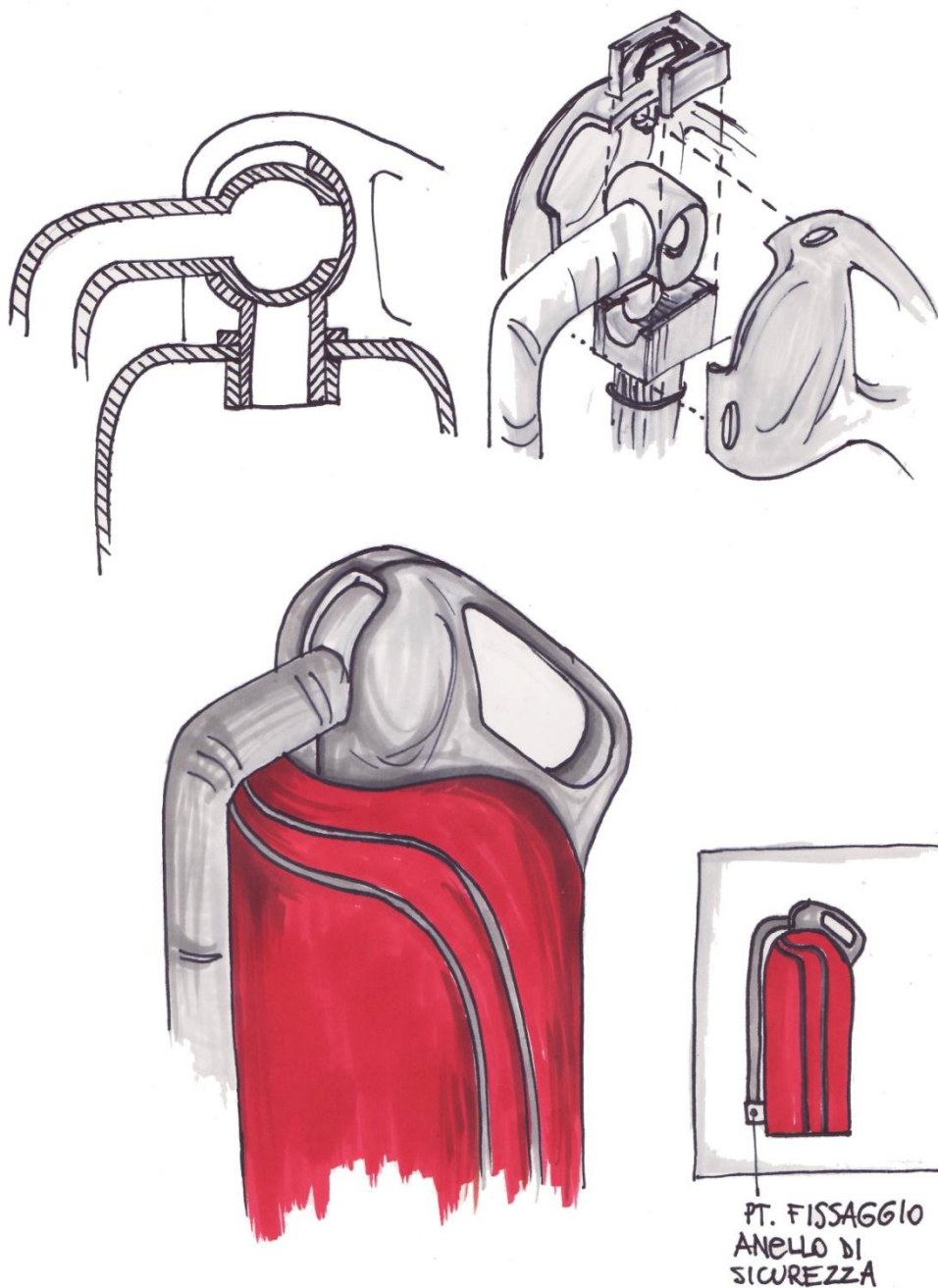
In questa fase attraverso diversi disegni e sezioni andremo a mostrare alcuni modelli meccanici per l'apertura della valvola.

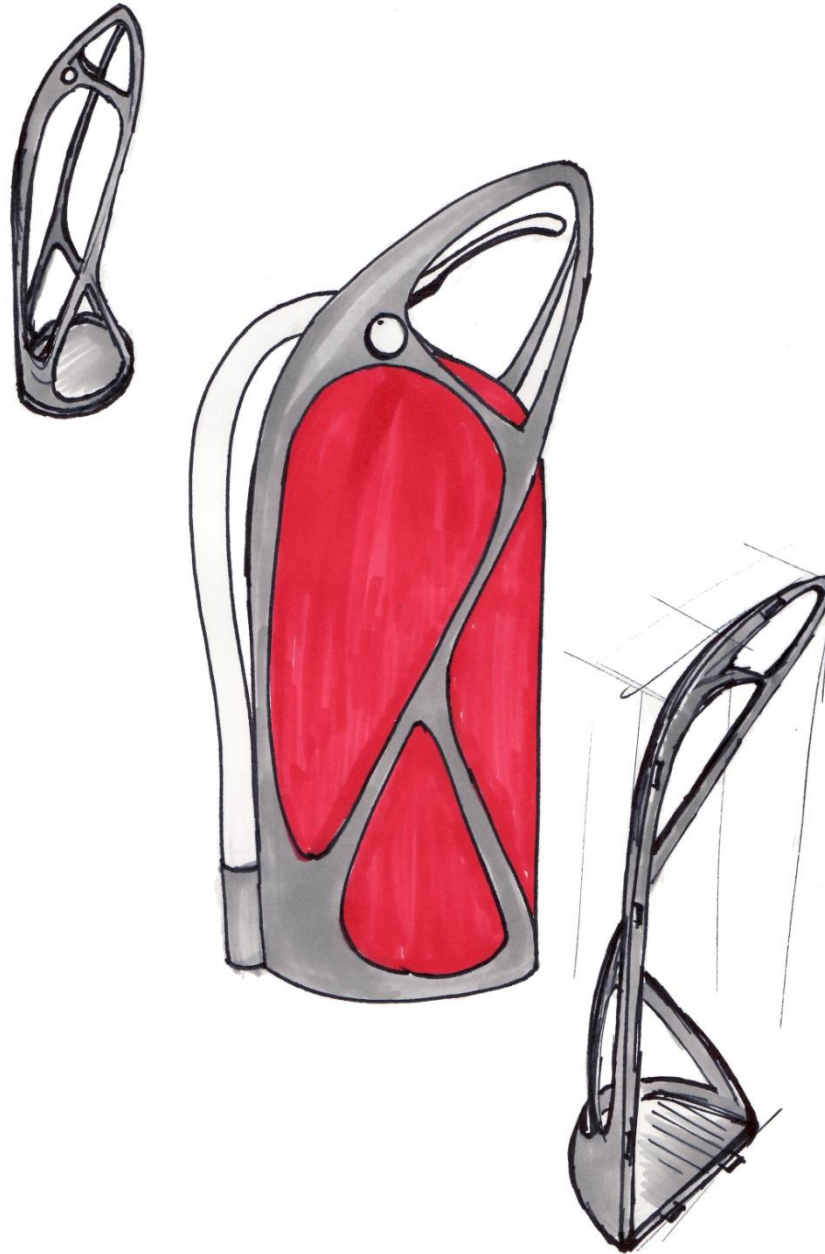
Dobbiamo ricordare che applicheremo, principalmente, delle modifiche meccaniche di lieve importanza per contenere i costi di produzione.

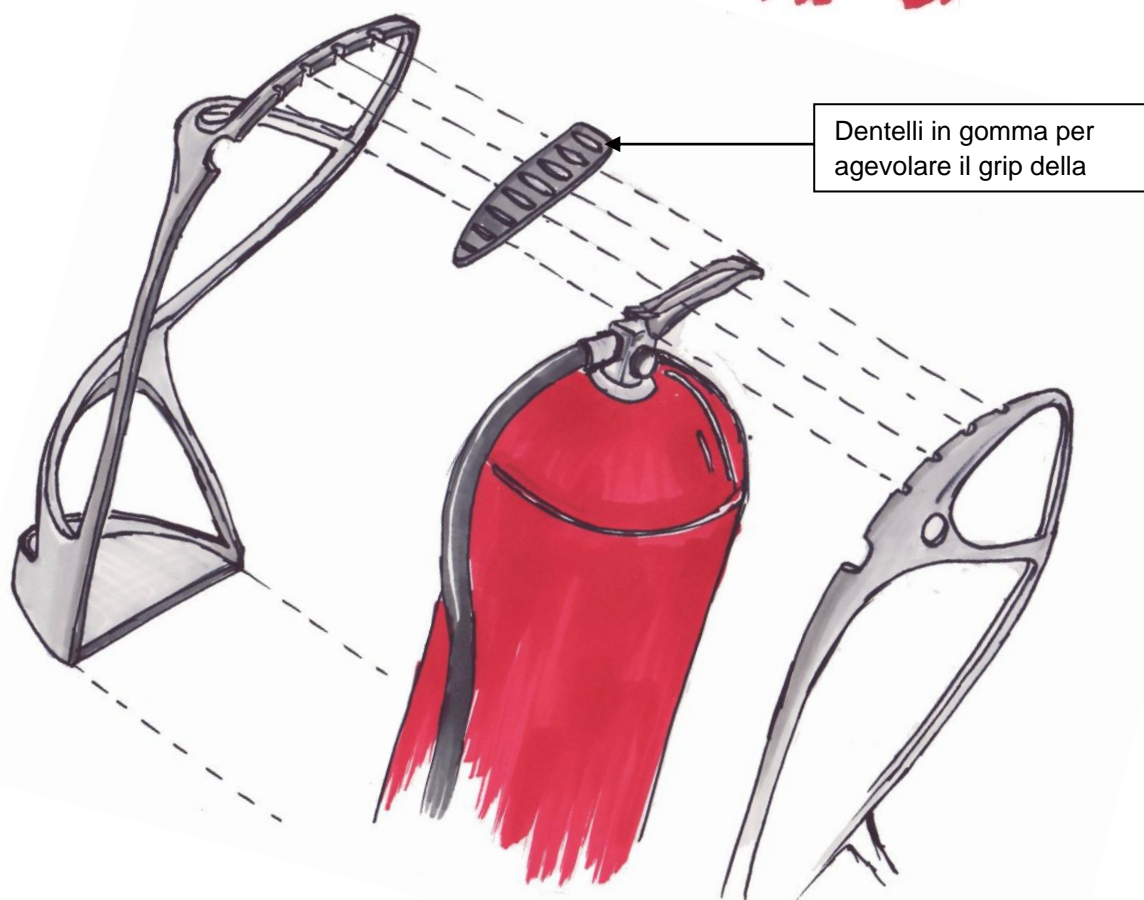
Concept M0

Per comodità andremo a definire il modello meccanico attualmente utilizzato dall'azienda come M0.

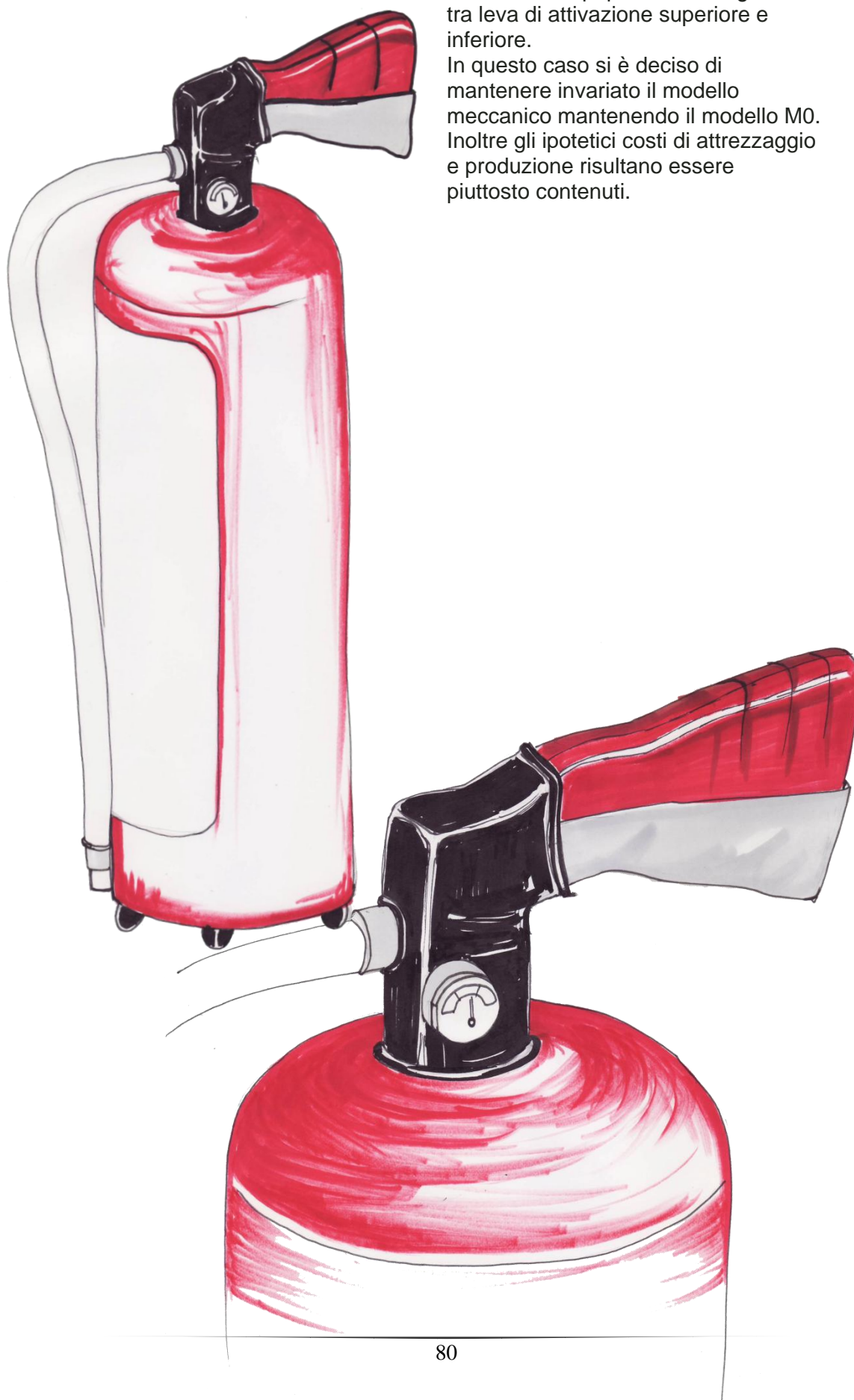
Questo modello di funzionamento è molto semplice: Si toglie l'anello di sicurezza inserito nell'apposito foro. Poi si imprime una forza F sulla leva superiore. L'incavo nella parte superiore della leva si muove in senso orario attorno al perno di rotazione spostando il pistoncino verso il basso permettendo l'uscita dell'agente estinguente.

Concept M1

Questo modello meccanico prevede la possibilità di utilizzo di un'unica leva sia per l'attivazione che per il trasporto.
Anche in questo caso l'attivazione è molto semplice: Si toglie l'anello di sicurezza inserito nell'apposito foro. Si fa ruotare la maniglia in senso antiorario finché il dentello sulla leva stessa non spinge il pistoncino verso il basso; permettendo così l'uscita dell'agente estinguente.

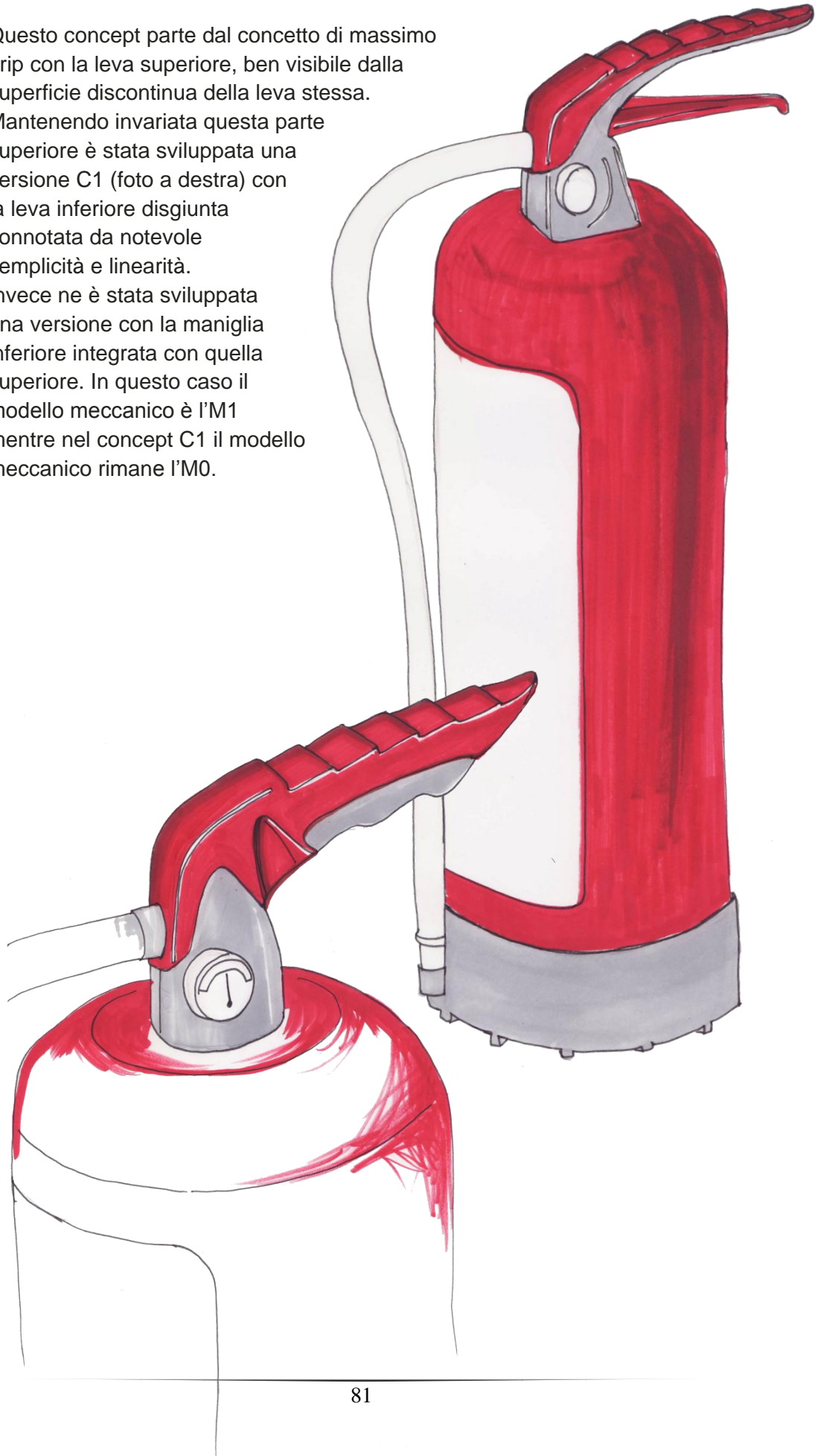
Concept M3
Questo concept meccanico prevede una sostanziale modifica nella meccanica della valvola.
Come evidenziato dall'immagine sottostante la manichetta acquista una notevole rigidità integrandosi e acquisendo il ruolo di leva di attivazione.
L'utente toglie l'anello di sicurezza e muove la manichetta in senso orario permettendo l'uscita dell'agente estinguente.

4.3 Funzionalità ed ergonomia

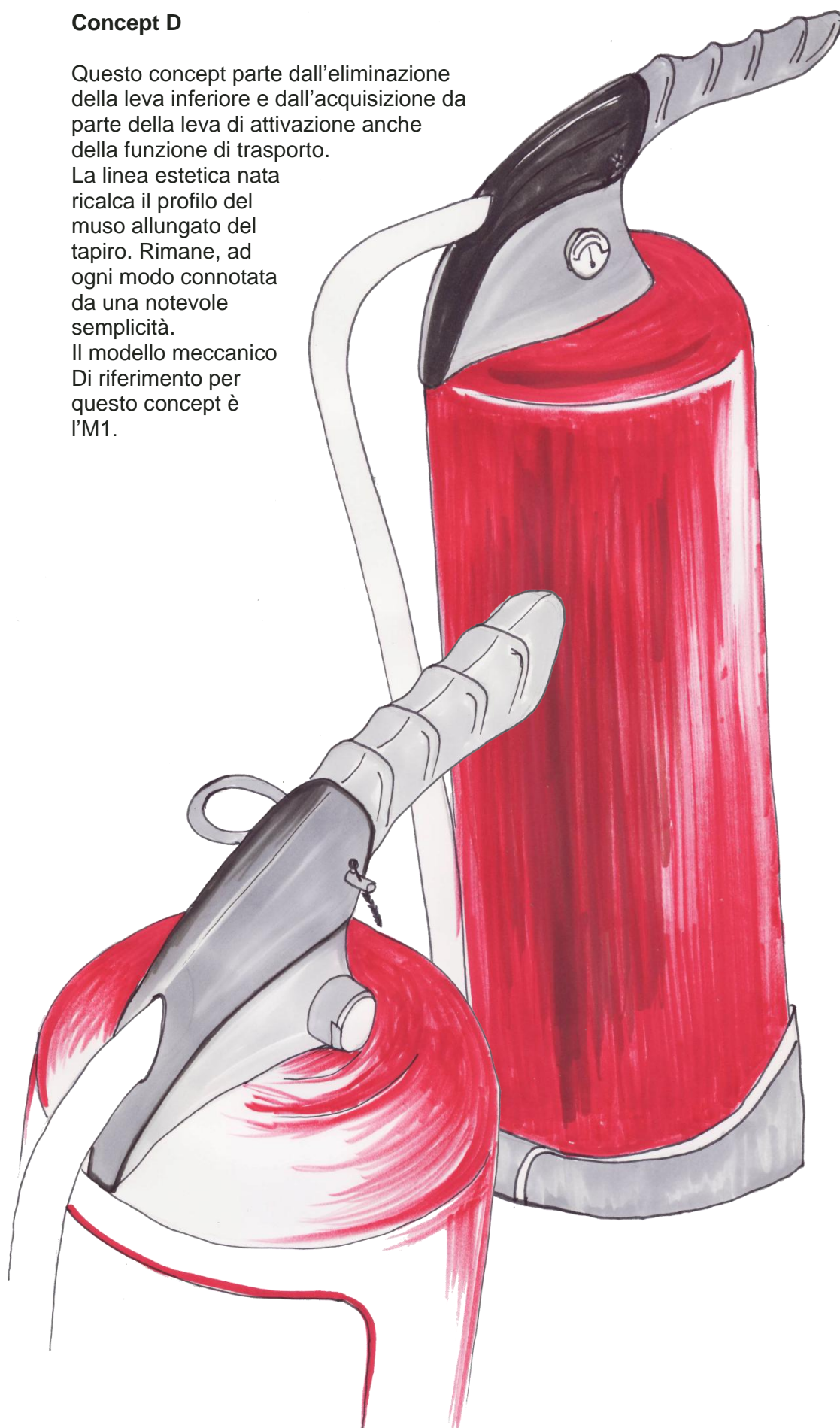
Nelle immagini seguenti andremo a mostrare diversi bozzetti e disegni che mostrano i diversi concept che meglio rispondono ai diversi obiettivi di funzionalità ed ergonomia del prodotto stesso.

Concept A
Questo primo concept affronta un tema di coesione tra la parte della valvola e il serbatoio. Con questa scocca, pensata in polimero stampato a iniezione si vuole fondere assieme le due parti.

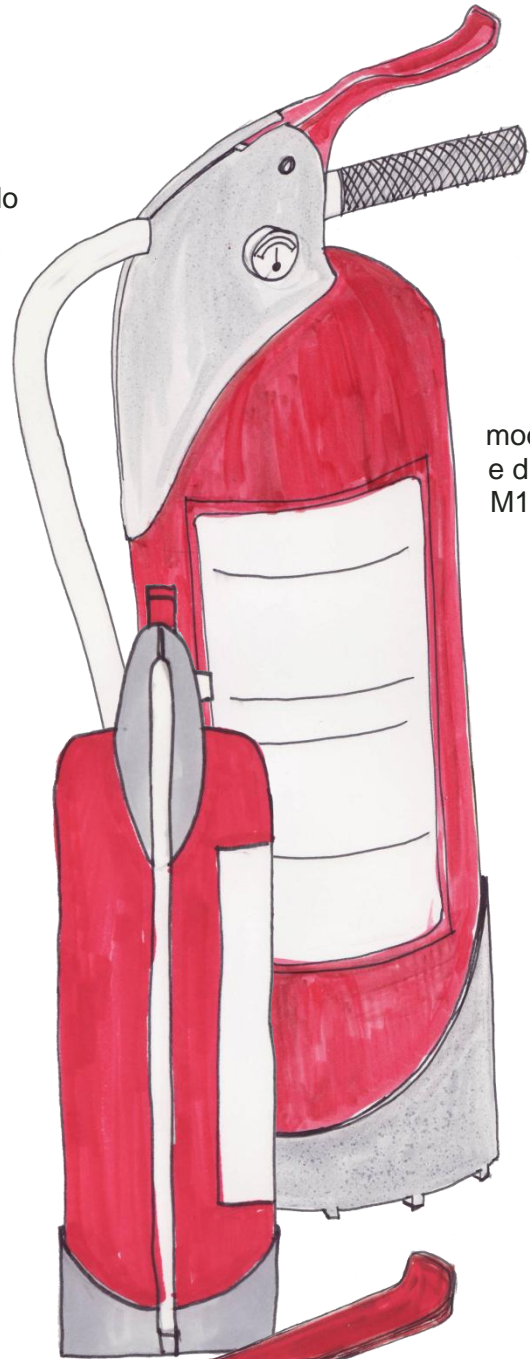
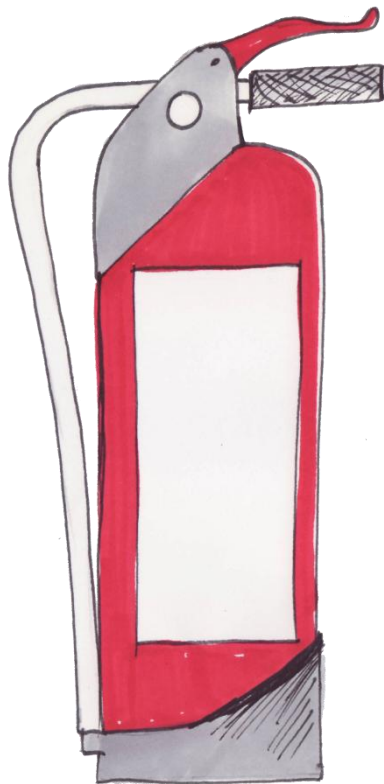
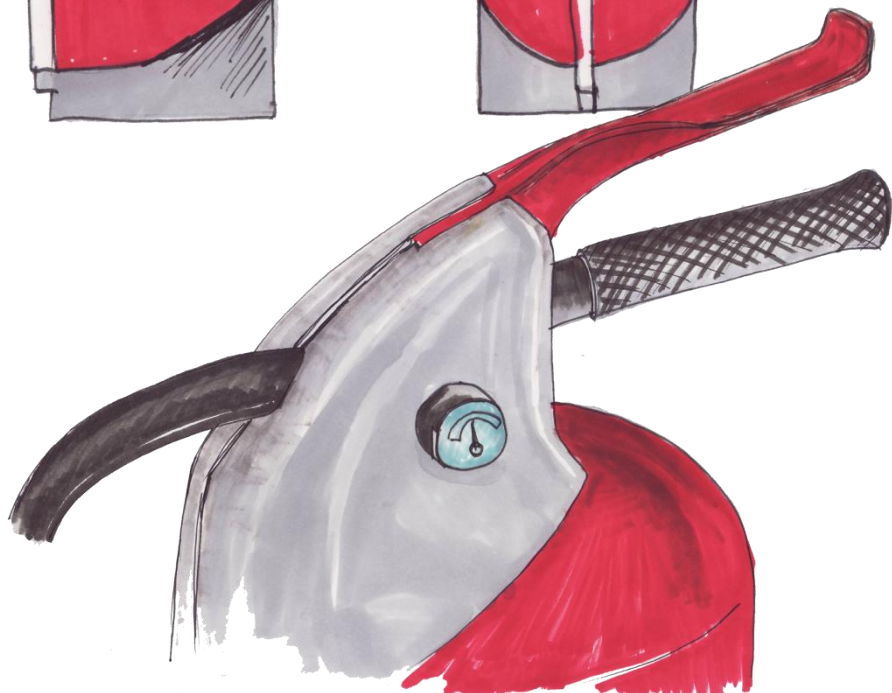
Da un lato in questo primo concept si è lasciato in secondo piano il problema dei costi derivanti dallo stampaggio a iniezione di un pezzo così ampio.
Dall’altro, invece, si è voluto dare ampio spazio all’ergonomia studiando un grip molto saldo e confortevole con la mano.

Le due scocche garantiscono maggiore sicurezza e protezione per la valvola stessa che rimane più protetta nel caso di urti o colpi più o meno accidentali. Inoltre per agevolare la presa della leva di attivazione sono stati pensati diverse forme che agevolino l’attivazione e riducano il rischio di “pizzicotto” con la leva superiore.
La meccanica d’azionamento e tranquillamente adattabile sia al modello di concept M0 che M1.

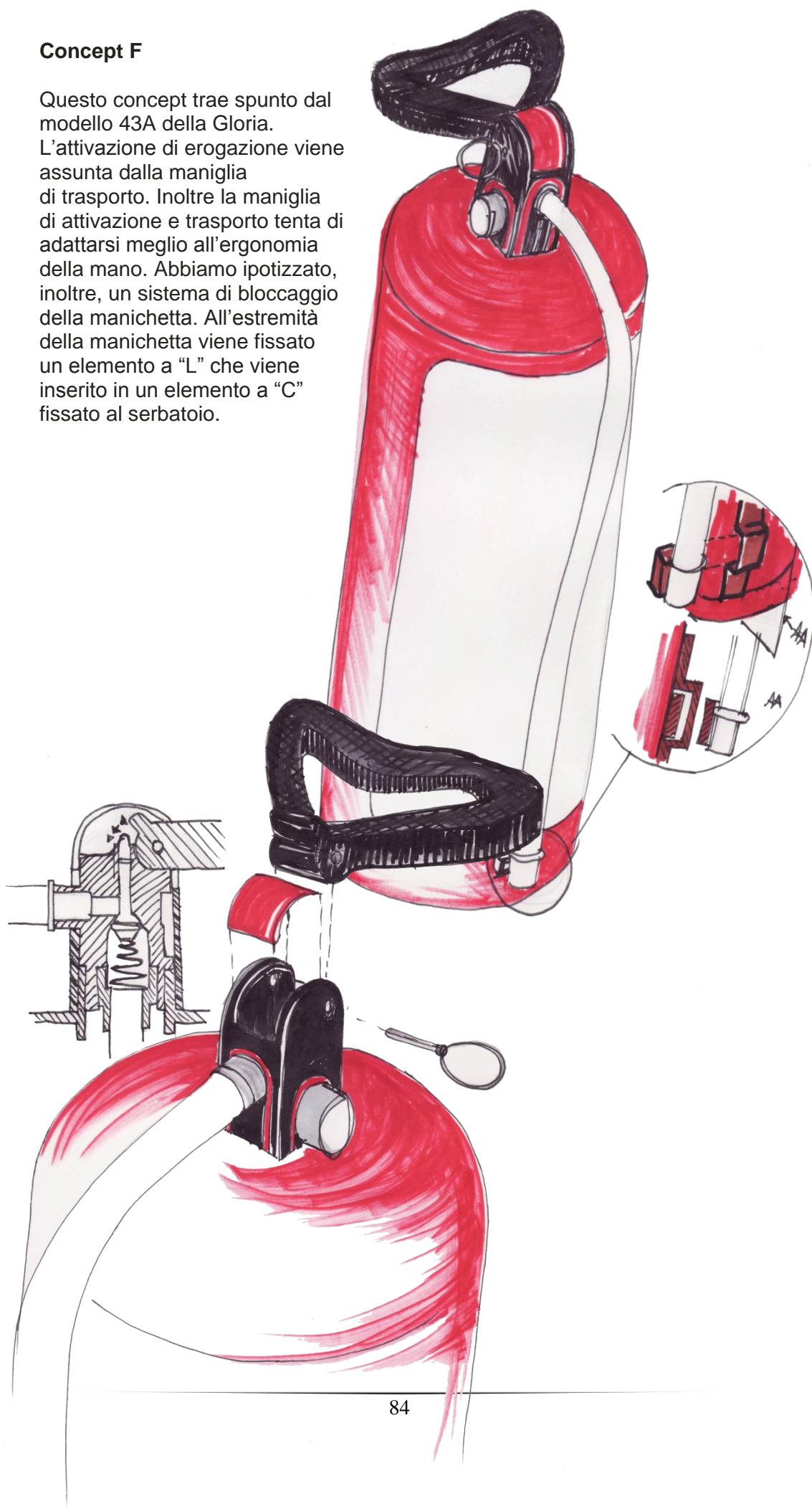
Concept B

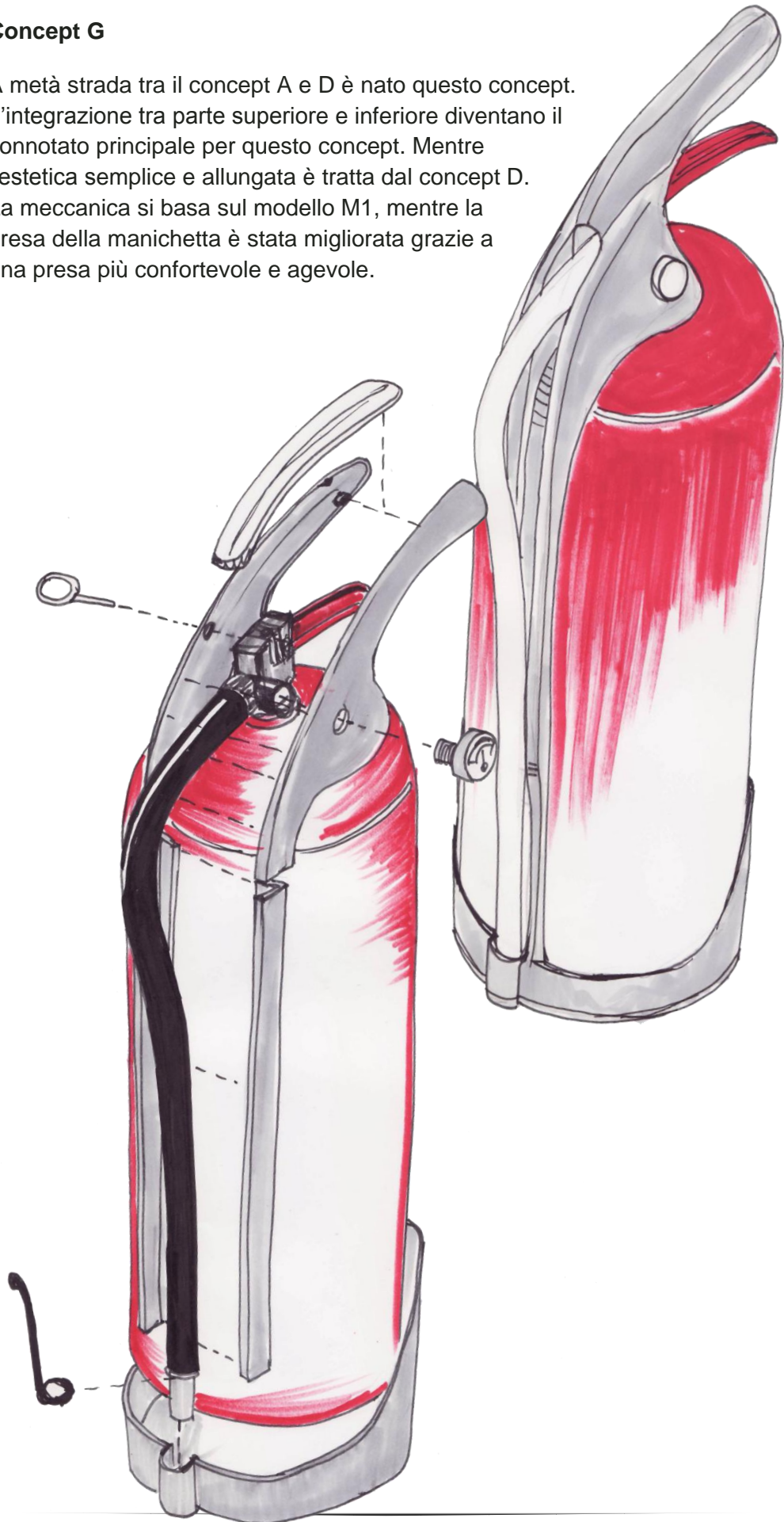
Questo concept prevede l’integrazione tra leva di attivazione superiore e inferiore.
In questo caso si è deciso di mantenere invariato il modello meccanico mantenendo il modello M0. Inoltre gli ipotetici costi di attrezzaggio e produzione risultano essere piuttosto contenuti.

Concept C

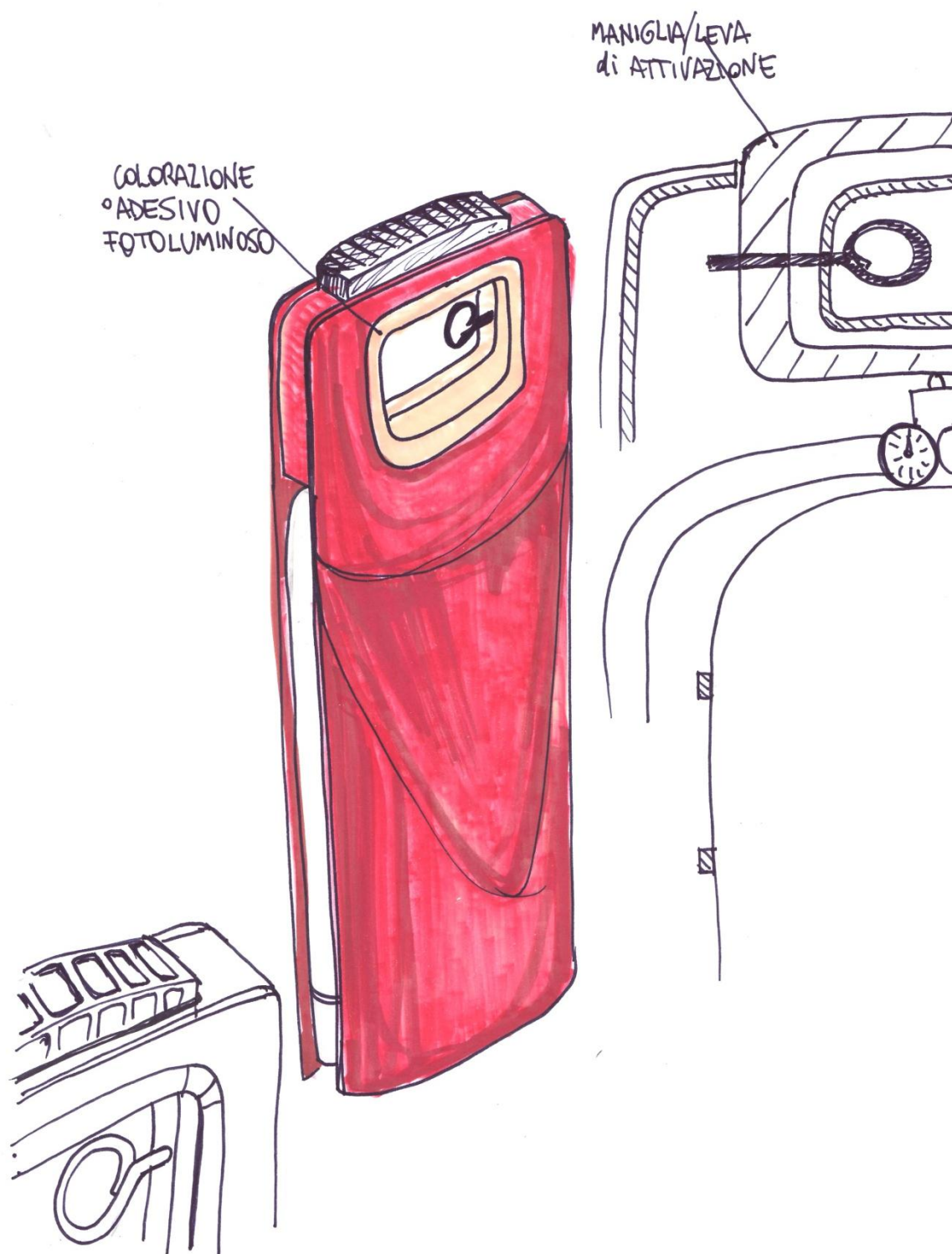
Questo concept parte dal concetto di massimo grip con la leva superiore, ben visibile dalla superficie discontinua della leva stessa. Mantenendo invariata questa parte superiore è stata sviluppata una versione C1 (foto a destra) con la leva inferiore disgiunta connotata da notevole semplicità e linearità. Invece ne è stata sviluppata una versione con la maniglia inferiore integrata con quella superiore. In questo caso il modello meccanico è l'M1 mentre nel concept C1 il modello meccanico rimane l'M0.

Concept D

Questo concept parte dall'eliminazione della leva inferiore e dall'acquisizione da parte della leva di attivazione anche della funzione di trasporto.
La linea estetica nata ricalca il profilo del muso allungato del tapiro. Rimane, ad ogni modo connotata da una notevole semplicità.
Il modello meccanico Di riferimento per questo concept è l'M1.

Concept E

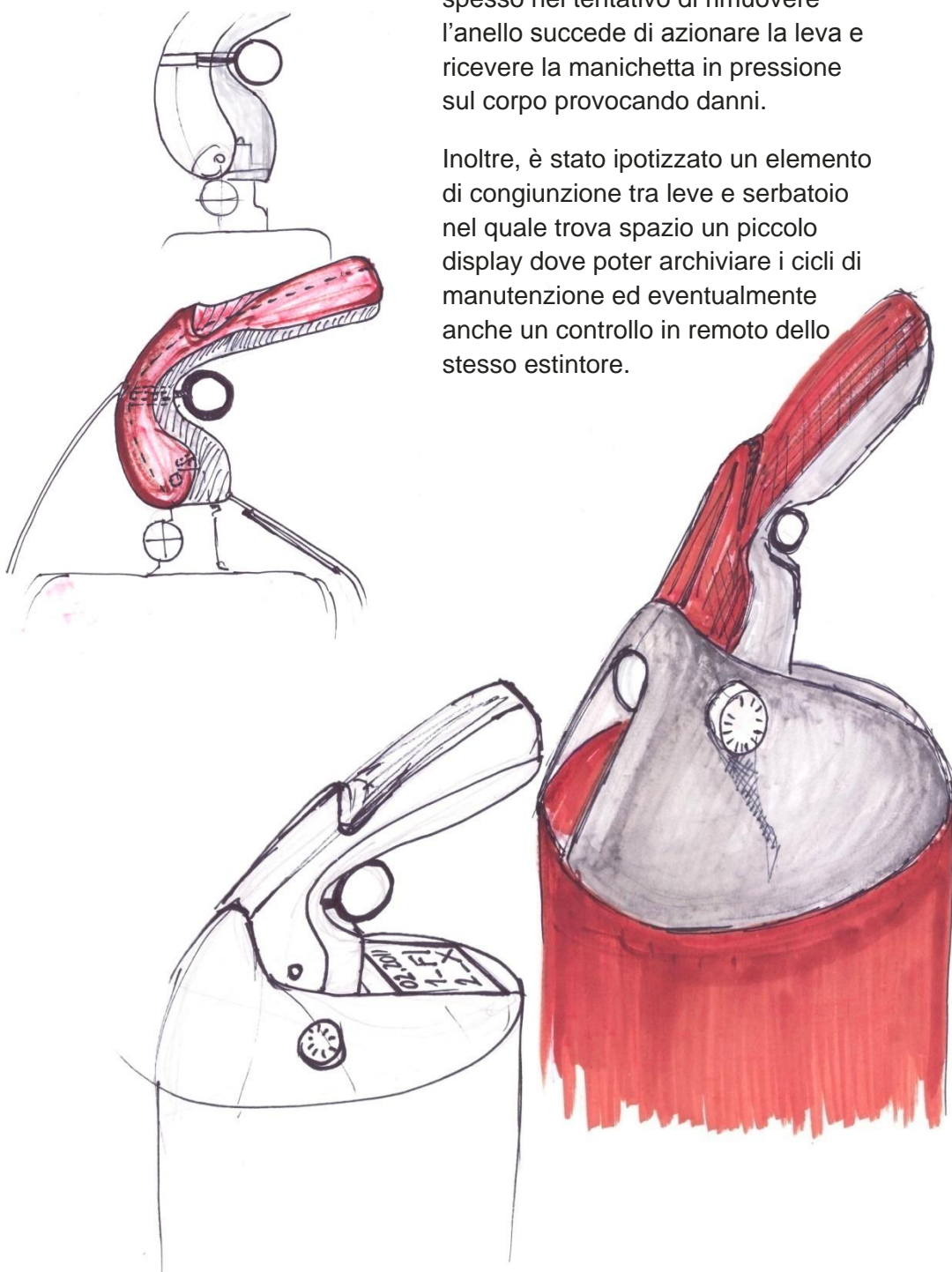
Questo concept trae
pienamente inspirazione dal mondo
del ciclismo.
La leva di attivazione diventa
la leva del freno e la leva
inferiore
diventa il braccio del manubrio.
In questo caso il modello
meccanico rimane l’M0. Ad ogni modo
nulla vieta di invertire le due leve e di
utilizzare il modello meccanico M1.

Concept F

Questo concept trae spunto dal modello 43A della Gloria. L'attivazione di erogazione viene assunta dalla maniglia di trasporto. Inoltre la maniglia di attivazione e trasporto tenta di adattarsi meglio all'ergonomia della mano. Abbiamo ipotizzato, inoltre, un sistema di bloccaggio della manichetta. All'estremità della manichetta viene fissato un elemento a "L" che viene inserito in un elemento a "C" fissato al serbatoio.

Concept G

A metà strada tra il concept A e D è nato questo concept. L'integrazione tra parte superiore e inferiore diventano il connotato principale per questo concept. Mentre l'estetica semplice e allungata è tratta dal concept D. La meccanica si basa sul modello M1, mentre la presa della manichetta è stata migliorata grazie a una presa più confortevole e agevole.

CONCEPT H

Questo concept parte dallo stesso presupposto del concept A: avere due scocche esterne che nascondono il serbatoio e lo mettono in sicurezza. Inoltre è stata modificata la posizione della leva in area centrale per migliorare la presa e la trasportabilità. Infine è stata ipotizzata un'indicazione foto luminosa per sottolineare il punto di presa dell'estintore stesso.

Concept finale

Abbiamo deciso di lavorare su questo ultimo concept perché fonde insieme diversi punti analizzati nei concept precedenti. Rimane invariata la meccanica e il posizionamento delle leve, ma viene a perdersi l'aria tra le due (concept B) viene creato un elemento di giunzione tra il fondello e le leve (concept A e H). Inoltre viene sviluppato un concetto ergonomico molto importante: rimuovere l'anello di sicurezza ed azionare la leva superiore mentre l'altra mano è fissa sulla manichetta. Il tutto nasce dal fatto che spesso nel tentativo di rimuovere l'anello succede di azionare la leva e ricevere la manichetta in pressione sul corpo provocando danni.

Inoltre, è stato ipotizzato un elemento di congiunzione tra leve e serbatoio nel quale trova spazio un piccolo display dove poter archiviare i cicli di manutenzione ed eventualmente anche un controllo in remoto dello stesso estintore.

5 DESIGN DEFINITIVO

Ora, dopo aver esplicitato diverse soluzioni ed averne individuata una, entriamo nella fase definita di design definition.
Per eseguire questa fase del progetto utilizziamo un programma di modellazione solida 3d: Solidwors. Questo software ci consentirà di avere un riscontro diretto dei volumi, delle dimensioni, della correttezza e delle proporzioni del progetto.
Dobbiamo ricordarci che il nostro oggetto ha le giuste dimensioni e proporzioni grazie alla fase di reverse engineering, affrontata precedentemente. Con quella fase, infatti, abbiamo ricavato e modellato tutti i componenti standard dai quali partiremo per questa fase di progettazione definitiva.

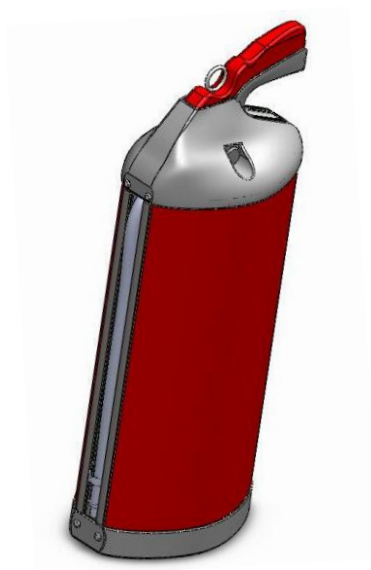
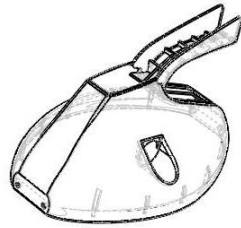
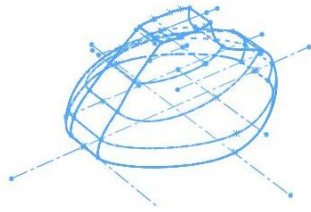
Ad ogni modo rimangono aperte alcune questioni, molto importanti, che affronteremo più avanti come:

- scelta dei materiali in funzione delle caratteristiche che richiederemo al prodotto,
- scelta delle tecnologie di produzione in connessione con le specifiche di prodotto e di produzione espresse nei capitoli precedenti;
- costi di produzione per avere un'idea di eventuali costi di produzione e di investimento per il nostro progetto

Affronteremo queste tre fasi, definite processo di engineering, separatamente nei capitoli successivi.

Modellazione 3D

Il procedimento di modellazione che abbiamo usato segue un percorso basilare per il design & engineering di un oggetto.
La modellazione, quindi, è stata suddivisa in diverse fasi per avere un controllo globale del processo di modellazione e del modello stesso.
A seguire trovate i vari step che riassumono la metodologia che abbiamo deciso di applicare.
Dobbiamo, comunque, sottolineare che questo processo non è universalmente riconosciuto come l'unico modo di procedere, ma rappresenta un metodo semplice e completo.

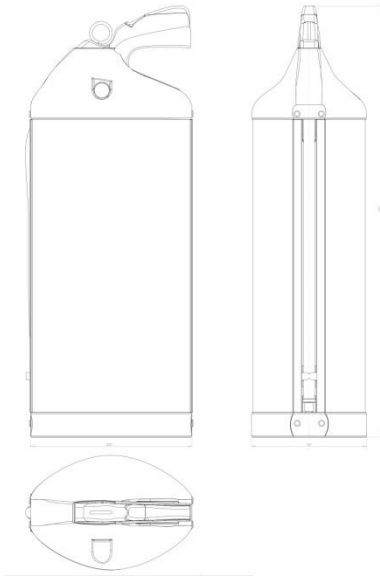
Fasi Modellazione

1. superfici di stile

Tramite il software Solidworks abbiamo effettuato un primo abbozzo delle superfici 3D. Così abbiamo avuto una prima idea del modello che saremmo poi andati a modificare nei passaggi successivi.

2. modellazione parametrica

Dopo la fase di modellazione della forma esterna in funzione della meccanica interna (già precedentemente modellata) siamo passati alla modellazione parametrica.
In questa fase abbiamo curato tutti i particolari interni ed esterni utili alla giunzione dei vari pezzi e al funzionamento dell'estintore stesso.

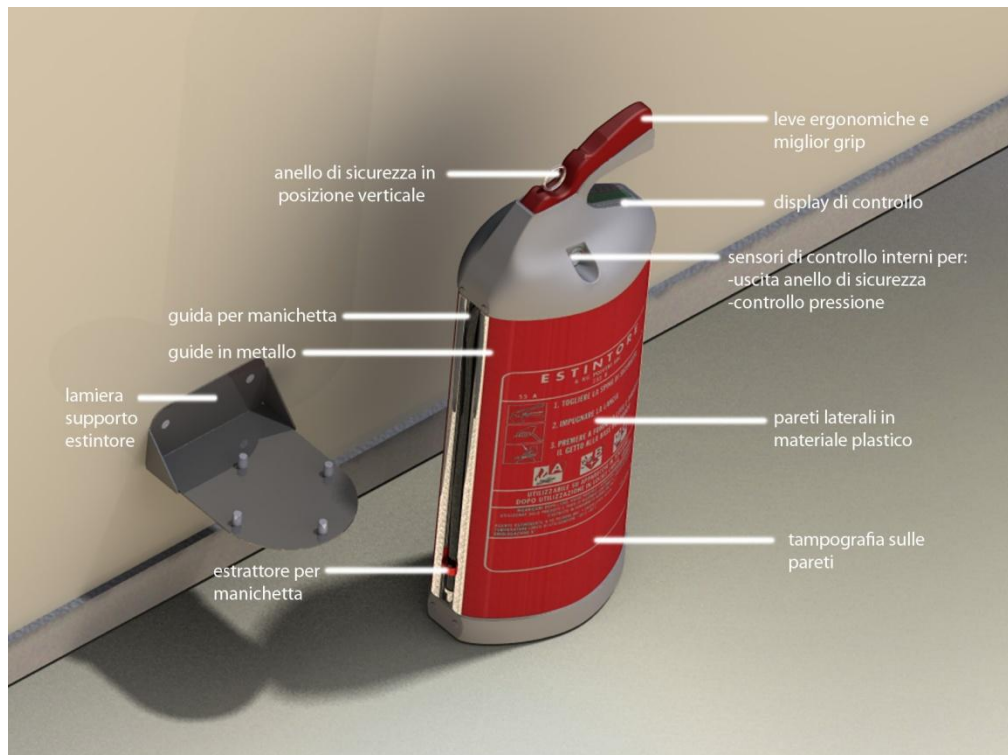
3. assemblaggio

Ultimata la modellazione di tutti i componenti in 3D passiamo al loro assemblaggio.
Solidworks ci permette di assemblare i componenti in maniera parametrica, dandogli dei vincoli tra loro e assegnandoli degli accoppiamenti.
Così facendo possiamo verificare la giusta iterazione tra le parti, correggere eventuali difetti di dimensionamento o di interferenza.

4. disegni tecnici

Dopo aver ultimato tutta la fase di modellazione 3d si passa alla messa in tavola 2d del tutto.
Realizzare dei buoni disegni tecnici risulta essere fondamentale perché essi rappresentano un importante strumento di comunicazione tra progettista, produttore e prodotto finito.

5. rendering

Per una buona presentazione del prodotto il rendering risulta essere molto importante.
Esso risulta essere un valido metodo per mostrare realisticamente il prodotto finito al cliente.
Ciò è da tenere molto in considerazione soprattutto se il materiale, l’aspetto estetico, le finiture e gli abbinamenti cromatici risultano essere determinanti per il mercato in cui il prodotto dovrà essere inserito. Questa tecnica ci permetterà di effettuare tutte le prove di cui abbiamo bisogno.

5.1 SCHEDA RIASSUNTIVA DESIGN DEFINITIVO

Modello estintore: Alt
L'estintore riprogettato è stato chiamato Alt, nome che indica sia la funzione di fermare l'incendio che l'alternativa funzionale ed estetica che offre al cliente.

- **Differenziazione estetica dal mercato base**
  La linea estetica e la geometria dell'estintore differenziano in maniera preponderante l'oggetto rispetto agli altri prodotti in mercato.
  Inoltre le due scocche laterali sono state ideate per essere personalizzate a seconda delle esigenze e dello stile del cliente.

- **Differenziazione funzionale**
  Le scocche che sono state disegnate mettono la valvola in maggiore sicurezza nel caso di bruschi urti e cadute dello stesso. Inoltre è stato favorito il movimento di azionamento delle leve possibile solo con una mano, mentre l'altra e fissa fin da subito sulla manichetta.

- **Leggere modifiche alla meccanica interna**
  La meccanica interna è rimasta pressoché invariata. La valvola è la medesima è il funzionamento è rimasto invariato, fatta eccezione per la leva superiore che è stata ipotizzata in materiale plastico.

- **Facilità di assemblaggio e smontaggio**
  L'estintore prevede dei semplici passaggi per l'assemblaggio dello stesso in linea di montaggio anche da una manodopera non specializzata. La fase di manutenzione, invece, risulta notevolmente semplificata e soprattutto veloce grazie a quattro meccanismi a snap.

- **Semplice**
L’estetica generale dell’oggetto risulta caratterizzata da linee pure e semplici. L’idea è stata quella di dare all’oggetto una linea formale, tale da poter essere portata, a seconda del cliente, vicino ai propri gusti con una semplice personalizzazione.

- **Funzionale**
Attraverso il richiamo a delle forme ben note (user friendly), come l’anello di attivazione, abbiamo deciso di migliorare il funzionamento dell’oggetto stesso mantenendo molto evidente cosa e come tirare per attivare l’estintore stesso.

- **Ergonomico**
Un design user friendly è una forma ergonomica ci hanno permesso di rendere ben evidente l’azionamento è l’erogazione del prodotto stesso.

- **Processo produttivo economico**
La progettazione dell’estintore è stata mirata alla riduzione di parti superflue e all’unione di funzionalità di alcuni componenti. Ad esempio la calotta di copertura è stata assemblata alla leva inferiore. I costi più alti relativi agli stampi ad iniezione sono stati indirizzati solo alla leva superiore e quella inferiore perché parti molto importanti ai fini funzionali ed estetici.
Le parti catalogabili a forte usura, perché smontabili ogni 6 mesi, sono state scelte a catalogo per abbattere il costo di sostituzione in caso di rottura.

- **Basso investimento**
Viste le dimensioni dei componenti da stampare con processo ad iniezione l’investimento previsto risulta essere catalogabile come un basso investimento.

- **Sicurezza**
La progettazione di una scocca esterna al gruppo valvola aumenta in maniera molto evidente la sicurezza dell’oggetto stesso.

- **Permeabilità del design**
La linea estetica scelta ricalca un concetto di pura eleganza e semplicità della linea utile a mantenere inalterata la linea estetica dell’oggetto e non vincolata a delle mode del momento.

- **Qualità**
L’oggetto, come già evidenziato, affonda le sue radici in una semplicità puramente estetica. I dettagli e i particolari di costruzione sono stati curati in maniera maniacale per mantenere alto il livello di qualità del prodotto stesso.

- **Utilizzo su diversi modelli**
L’utilizzo di due scocche laterali e di due estrusi di tenuta ci permettono di variare l’altezza dell’estintore al variare del serbatoio.

- **Facilità di riposizionamento**
  La forma risulta essere molto contenuta e facilmente assimilabile al design di diversi ambienti. Inoltre la manichetta ha trovato un’adeguata sede per non creare fastidi al cliente.

5.2 Differenziazione estetica

La normativa in atto non offre grosse possibilità di variazioni cromatiche dal rosso RAL 3000 per la parte del serbatoio. In realtà potremmo ipotizzare di catalogare le due pareti laterali come un elemento di contenimento del serbatoio e quindi variare il colore delle stesse, ma in ogni caso servirebbe una certificazione da parte di un ente certificatore.

Parallelamente, però, abbiamo ipotizzato di offrire a grossi clienti dei lotti personalizzati di coperture superiori dell'estintore.

Tale procedimento viene realizzato tramite un'apposita pellicola adagiata nello stampo, che crea sul pezzo una texture personalizzabile dal cliente.

Personalizzazione
Brand Fiat

Personalizzazione
Brand Auchan

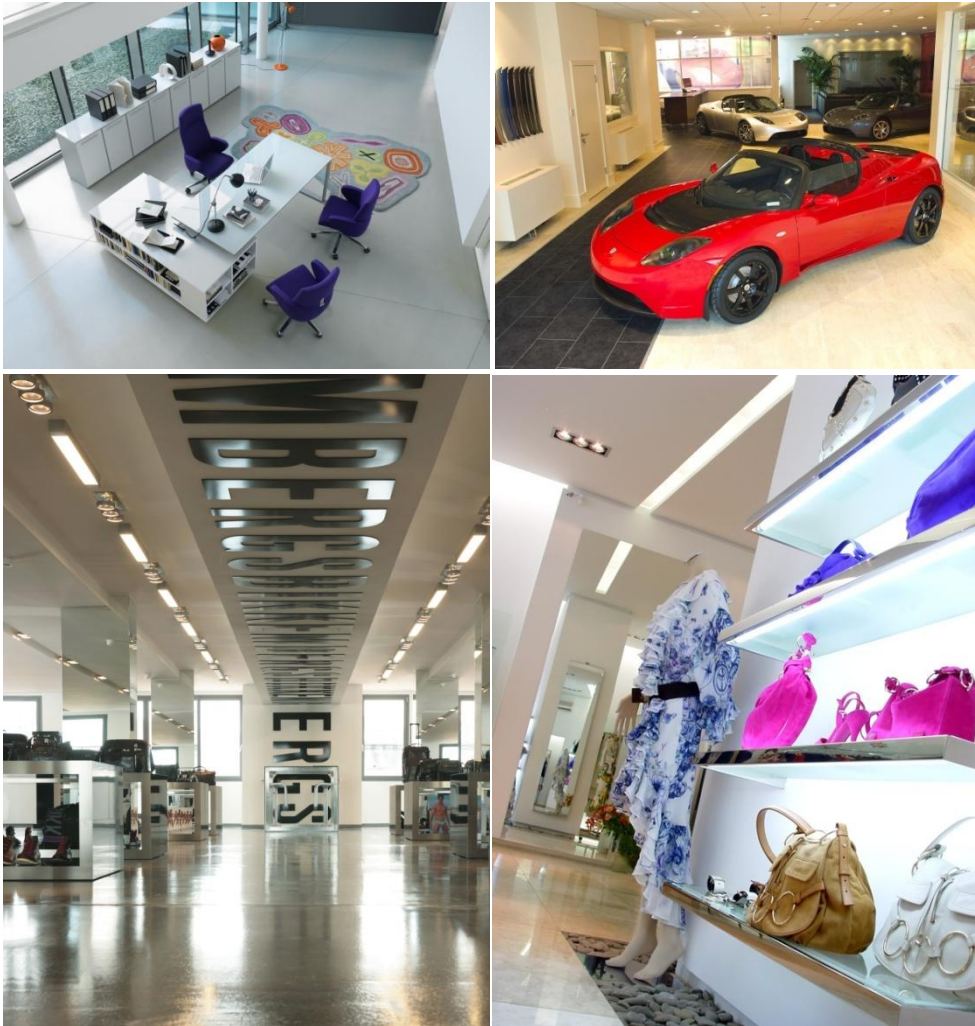
5.3 DIFFERENZIAZIONE FUNZIONALE

Oltre ad una scocca esterna, ben visibile, atta alla messa in sicurezza della valvola è stato ipotizzato anche un dispositivo elettronico di controllo e sicurezza.

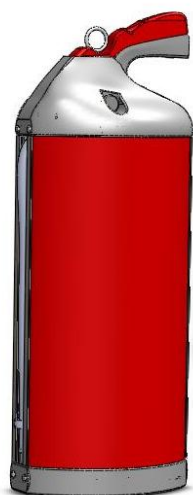
Con tale dispositivo sarà possibile controllare se è stato rimosso l’anello di sicurezza, avere un secondo controllo (oltre quello del manometro) sullo stato della pressione interna e lo stato delle manutenzioni effettuate e da farsi.

Sarà possibile impostare le date delle manutenzioni direttamente dalla tastiera a membrana. Inoltre, si potrebbe sviluppare un dispositivo di controllo remoto per controllare la manutenzione dell’estintore a distanza o su un dispositivo di controllo con più estintori.

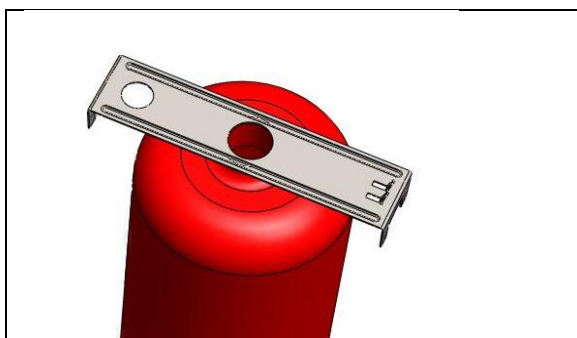
L’alimentazione dello stesso sarà resa possibile grazie a una piccola batteria posta sotto lo stesso facilmente caricabile, con cadenza annuale, tramite un ingresso posto sul tastiera a membrana.

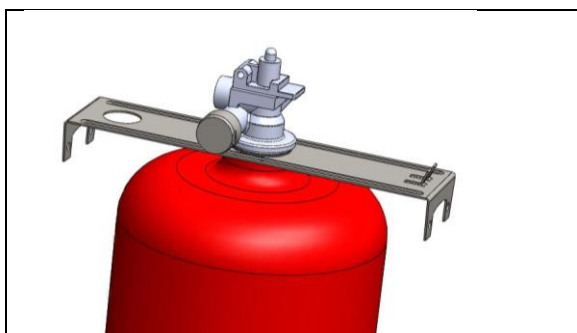
5.4 CONTESTI D’USO

In base alla fascia di mercato di riferimento abbiamo individuato 4 contesti tipo dove inserire l’oggetto estintore: L’ufficio, il concessionario, lo showroom e il negozio.

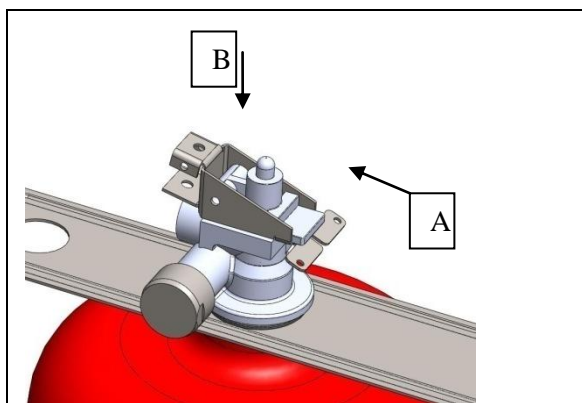
Dopo aver eseguito le diverse prove di analisi ergonomica possiamo affermare che il nostro oggetto risulta essere adatto a luoghi di fascia medio alta. Tuttavia la sua estetica, le sue funzionalità e la sua ergonomia lo differenziano dall’estintore “classico”. Resta evidente che ci sarà un considerevole gap economico rispetto a un estintore orientato alla fascia bassa.
Il nostro estintore è quindi orientato a una clientela che fa dell’estetica e della funzionalità la sua caratteristica principale; caratteristiche che emergono a prima vista dal nostro prodotto estintore.

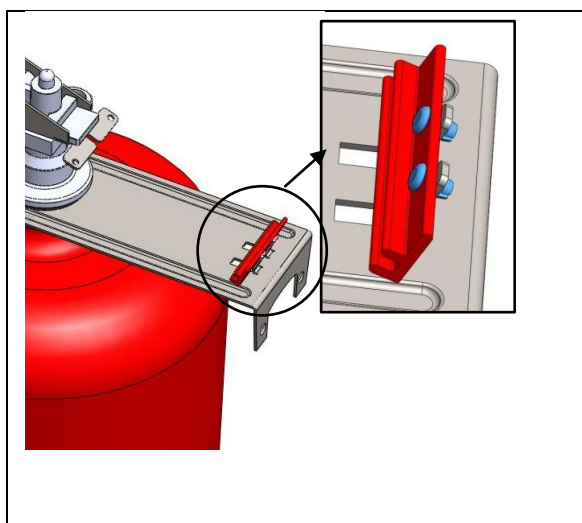
5.5 STORYBOARD FASI DI MONTAGGIO

Nella seguente storyboard elenchiamo le fasi necessarie per il corretto montaggio dell'estintore Alt. Il corretto studio di una storyboard è funzionale per il progettista per capire se le azioni che dovrà intraprendere l'utente sono facilmente comprensibili.

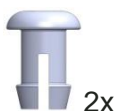
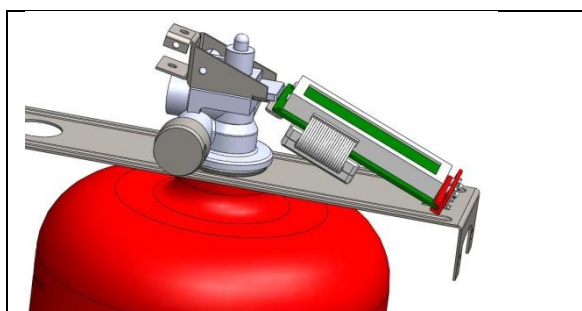
1_posizionamento serbatoio

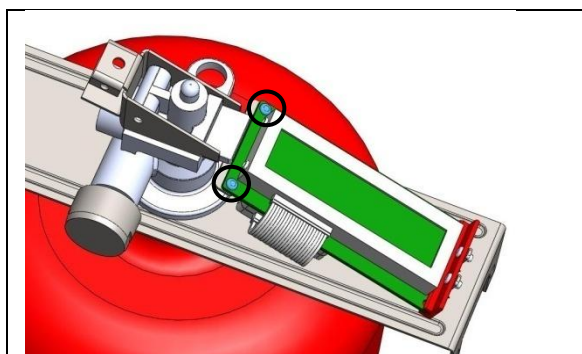
Posizionare il serbatoio in una posizione ottimale utile per le operazioni di assemblaggio successive.

2_posizionamento piastra sostegno orizzontale

Posizionare la piastra come indicato in figura.

3_posizionamento e serraggio gruppo valvola

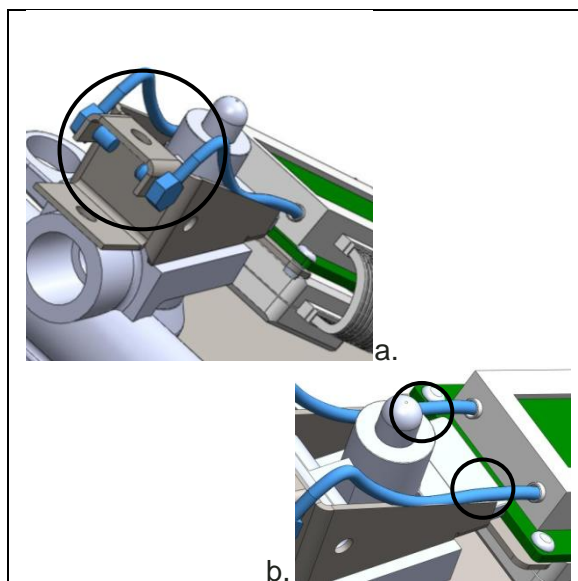
Posizionare la valvola già assemblata come in figura e serrarla fino al fine corsa.

4_posizionamento gabbietta d'appoggio

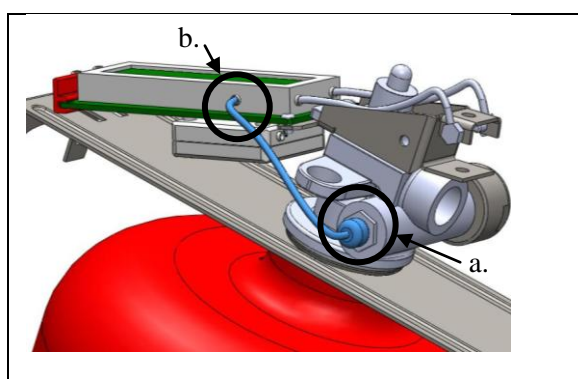
Posizionare la gabbietta come indicato in figura
(inserirla inclinata di 45° nella direzione A, arrivati a battuta ruotarla in direzione B fino a battuta).

5_posizionamento e serraggio profilo sostegno dispositivo di controllo

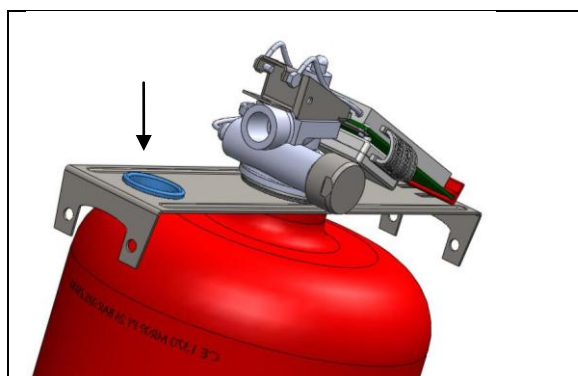
Posizionare il profilo, come indicato in figura, facendo attenzione al centraggio tra le forature del profilo e della piastra. Serrare il profilo attraverso i due snap piccoli evidenziati nell'immagine.

2x

6_posizionamento dispositivo di controllo elettronico

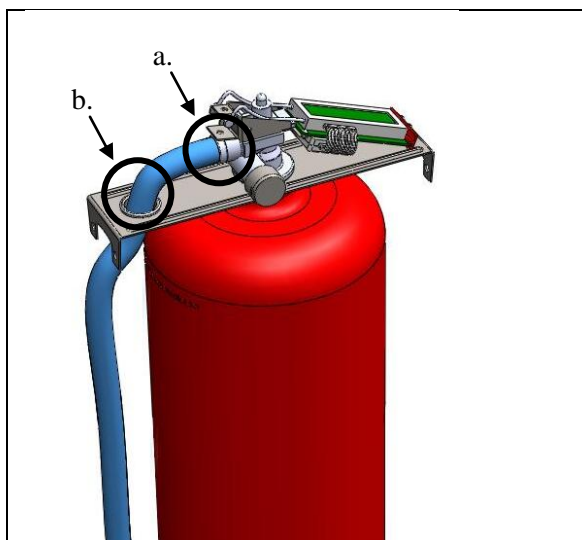
Posizionare il dispositivo di controllo facendolo scorrere nel profilo finché sia perfettamente centrato all'interno del profilo.

7_fissaggio dispositivo di controllo elettronico

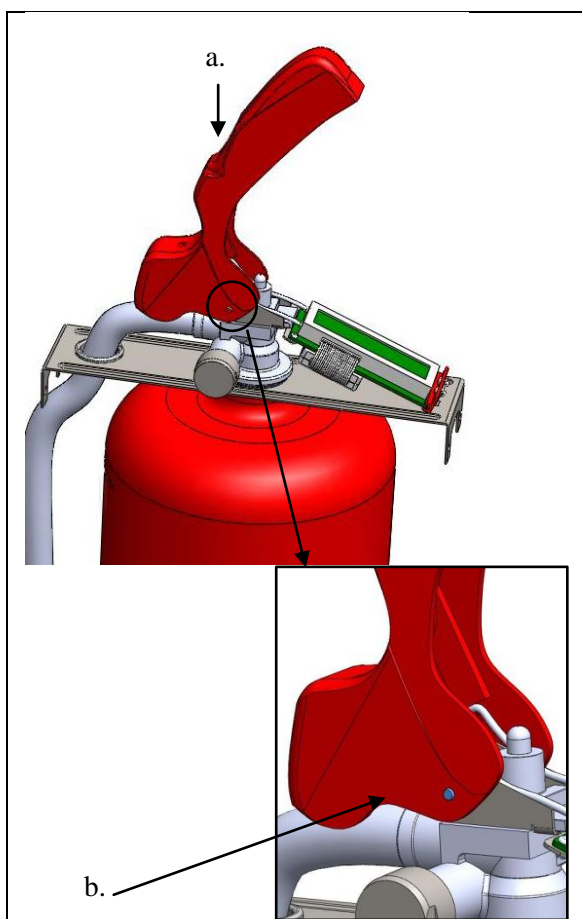
Centrare i fori superiori del dispositivo di controllo con i fori ed inserire i due snap piccoli.

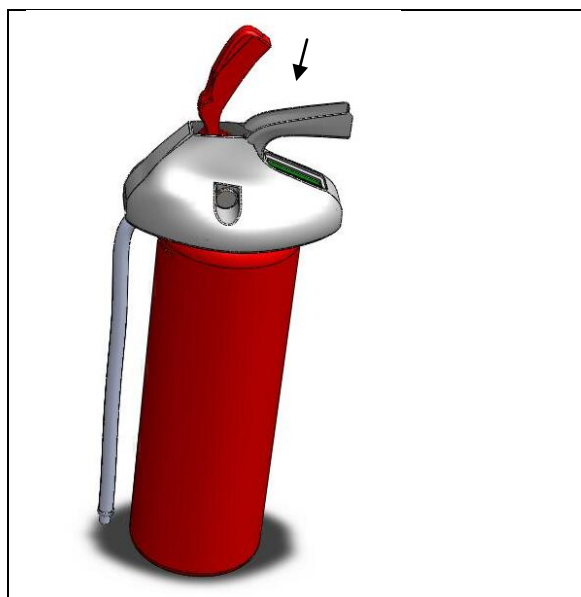
2x

8_fissaggio sensore di passaggio

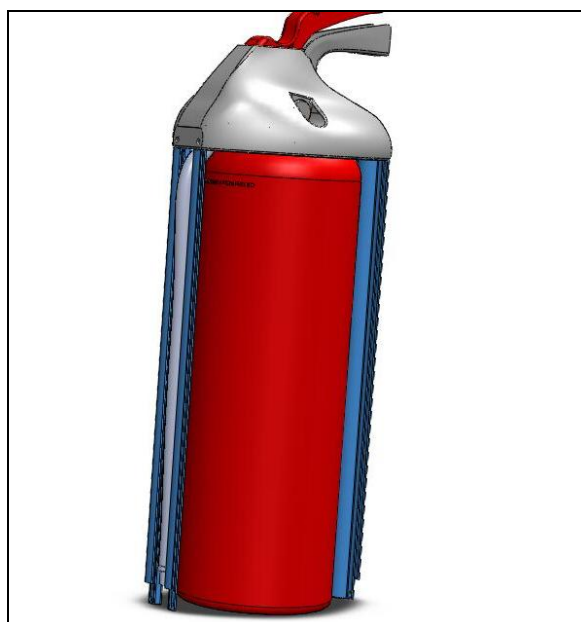
a. Inserire i due sensori nella gabbietta come indicato in figura e all'occorrenza serrarli con un dado M3
b. inserire i due cavi del sensore, come indicato in figura, all'interno del dispositivo di controllo.

9_fissaggio sensore pressione

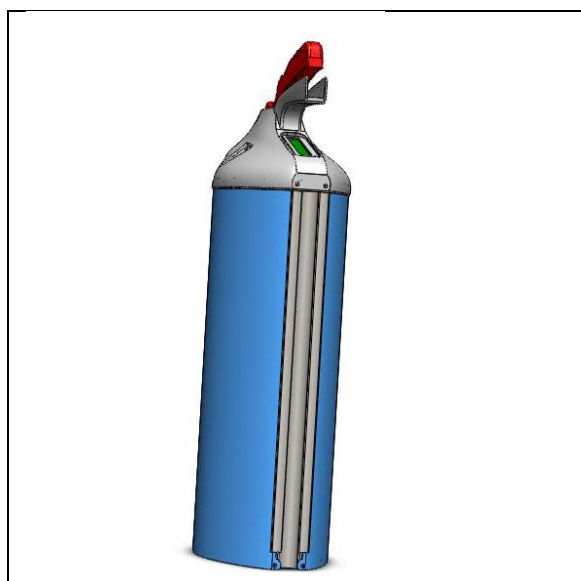
a. Inserire il sensore di pressione all'interno della sua sede, come indicato in figura, sul corpo valvola
b. inserire il cavo del sensore, come indicato in figura, all'interno del dispositivo di controllo.

10_inserimento anello in gomma

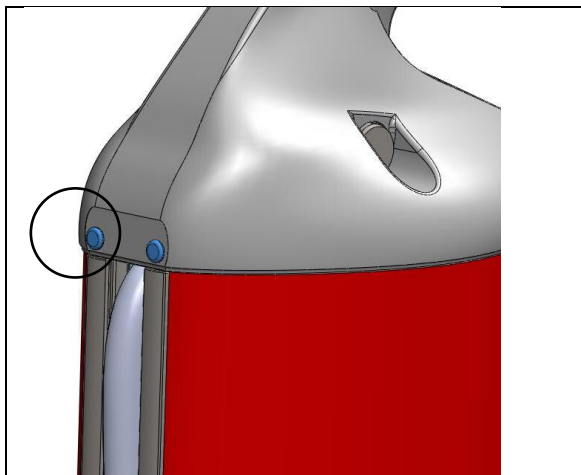
Inserire l'anello in gomma, con una leggera pressione, come indicato in figura.

11_fissaggio manichetta

a. avvitare la manichetta, come evidenziato in figura.
b. far passare la manichetta all'interno dell'anello in gomma, come evidenziato in figura.

12_fissaggio leva superiore

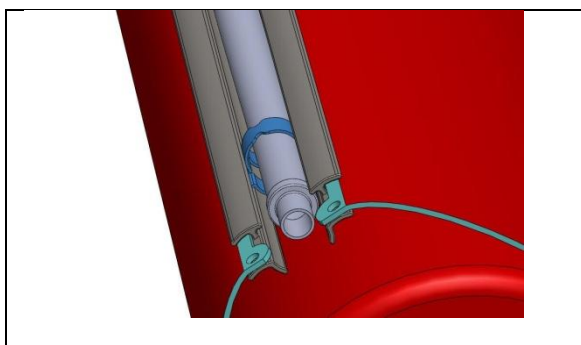
Posizionare la leva e serrarla con il perno, come indicato in figura nei punti a e b.

13_inserimento copertura superiore

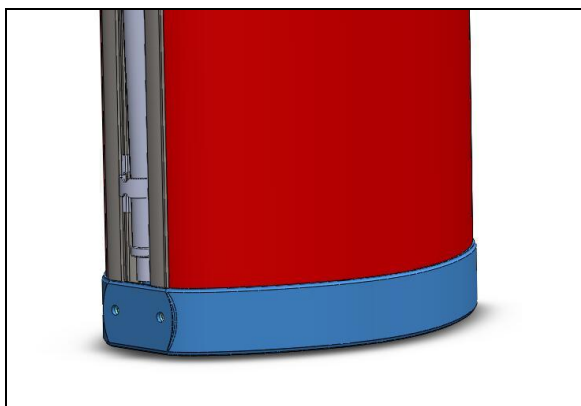
Inserire la copertura superiore come indicato in figura.

14_posizionamento estrusi di sostegno

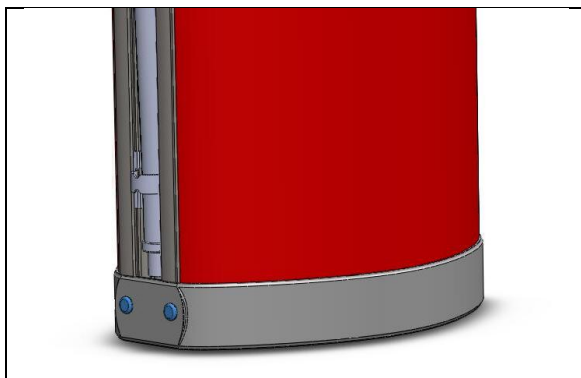
Posizionare i due estrusi di sostegno come indicato in figura.

14_posizionamento pareti laterali

Posizionare le pareti laterali all’interno delle guide sugli estrusi e nella loro sede nella copertura inferiore.

15_fissaggio pareti laterali

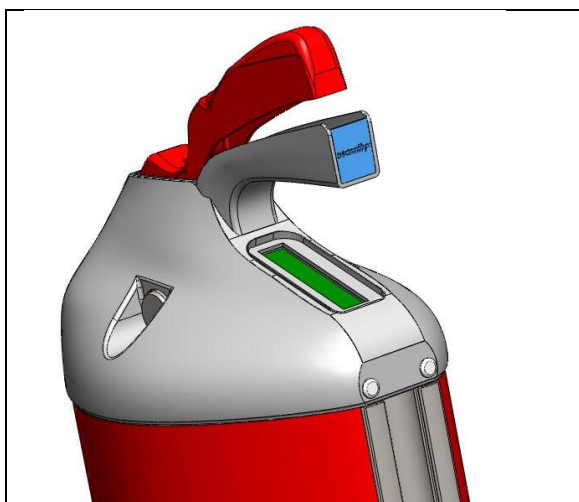
Fissare le parti posti nei passaggi precedenti come indicato in figura attraverso gli snap ad incastro centrando il foro nella copertura inferiore, estruso, parete laterale e piastra di sostegno orizzontale.

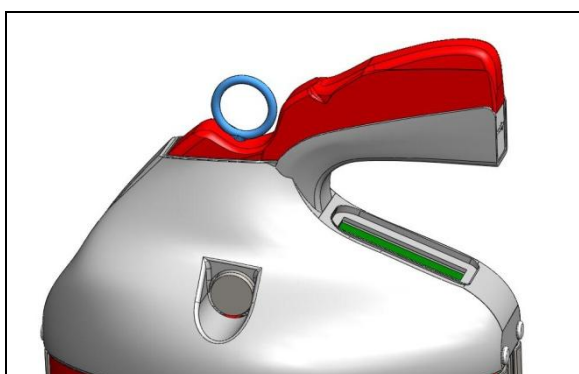
8x

16_inserimento estrattore manichetta

Inserire l'estrattore per la manichetta facendolo scorrere nella guida dell'estruso di sostegno partendo dalla parte inferiore e farlo calzare sulla manichetta.

17_posizionamento base

Posizionare la base centrando i due estrusi e le pareti laterali nelle opportune guide come indicato in figura.

18_Fissaggio base

Fissare la base al resto attraverso gli incastri a snap come effettuato al punto 15.

8x

19_inserimento sigillo di sicurezza

Inserire il sigillo di sicurezza nella sua sede sulla copertura inferiore.

20_inserimento anello di sicurezza

Abbassare la leva superiore fino alla battuta con il sigillo di sicurezza ed inserire l’anello di sicurezza.

21_fissaggio tastiera a membrana

Eliminare la pellicola protettiva ed incollare la tastiera a membrana nella sua sede sulla copertura inferiore.

5.6 STORYBOARD USO TIPICO

Nella seguente storyboard elenchiamo le fasi necessarie per il corretto uso dell'estintore Alt.

Anche questo studio con storyboard risulta essere molto funzionale per il progettista per capire se le azioni che dovrà intraprendere l'utente sono facilmente comprensibili.

Nelle immagini seguenti verrà mostrato l'ordine cronologico delle operazioni da svolgere:

1
Presa dell'estintore dalla maniglia

2
Estrazione Anello di sicurezza

3
Presa manichetta nella parte finale di erogazione e

4
Posizionamento della manichetta verso la base del principio d’incendio

4
Pressione sulla leva di attivazione fino al punto di stop.

5
Rilascio della leva alla fine dell’estinzione dell’incendio o al termine del quantitativo di agente estinguente

Dall’analisi della storyboard possiamo affermare che l’utente interagirà sempre con i seguenti componenti:

- **Maniglia** che verrà utilizzata per le operazione di movimentazione e presa dell’estintore stesso.
- **Anello di sicurezza** utilizzato dall’utente per l’operazione di avvio della meccanismo di uscita dell’agente estinguente.
- **Manichetta** presa per posizionare l’uscita dell’agente estinguente alla base del principio d’incendio.
- **Leva di attivazione** utilizzata come iterazione finale dell’utente per l’uscita dell’agente estinguente.

5.7 Verifica ergonomica

Prima di giungere alla forma delle leve attuale abbiamo ipotizzato diversi modelli e ne abbiamo studiato l'iterazione con la mano a un diverso e vario grado di percentile ponendo le maniglie in diverse posizioni e prese per essere certi che la presa dell'estintore fosse ben salda e agevole.

Modello1

Modello 2

Modello 3

Modello 4

5.8 I COMPONENTI INTERNI

Durante la fase di reverse engineering abbiamo smontato ed analizzato tutti i componenti dell’estintore campione per andare ad individuare tutti i gruppi funzionali e la loro posizione all’interno del sistema.

Adesso andremo ad effettuare la stessa operazione sul nostro modello progettato.
Anche in questo caso troviamo gli stessi gruppi funzionali individuati nella fase di reverse, ma con l’aggiunta del gruppo di controllo.

num.	codice	descrizione	Quantità
1	10001	serbatoio 6kg classico	1
2	10002	valvola assemblata	1
3	10003	leva superiore	1
4	10004	copertura superiore	1
5	10005	dispositivo di controllo elettronico con display	1
6	10006	tastiera a membrana	1
7	10007	piastra sostegno orizzontale	1
8	10008	profilo sostegno gruppo di controllo	1
9	10009	adattatore manichetta	2
10	10010	manichetta	1
11	10011	anello di sicurezza	1
12	10012	piastrina sostegno anello di sicurezza	1
13	10013	sigillo di sicurezza	1
14	10014	parete laterale	2
15	10015	estruso di sostegno lavorato per manichetta	1
16	10016	base inferiore	1
17	10017	estruso di sostegno verticale	1
18	10018	snap ad incastro_grande	16
19	10019	estrattore per manichetta	1
20	10019	anello guida manichetta	1
21	10020	piastrina premi valvola	1
22	10021	sensore passaggio anello di sicurezza	1
23	10022	sonda controllo pressione	1
24	10023	snap ad incastro_piccolo	4

Gruppi funzionali:

- **Gruppo di contenimento:**
  All'interno di questo gruppo trovano spazio i componenti utili al contenimento. Qui troviamo, quindi, il serbatoio utile al contenimento dell'agente estinguente. Inoltre troviamo tutti i componenti utili al contenimento dell'estintore stesso ovvero la base inferiore, i due estrusi laterali le pareti laterali e la piastra di sostegno orizzontale.

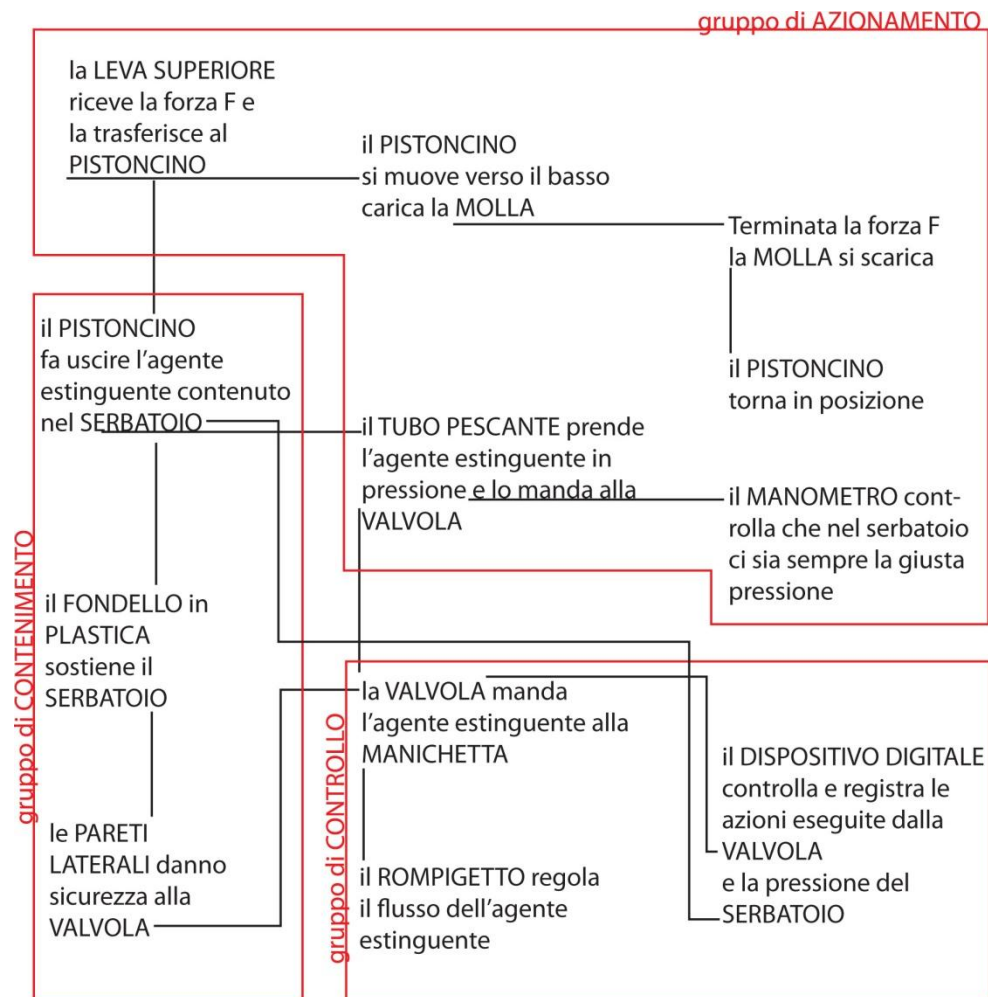
- **Gruppo di erogazione:**
  Qui troviamo tutta la componentistica utile all'erogazione dell'agente estinguente. Quindi manichetta con elementi di giunzione e controllo ed estrattore manichetta.

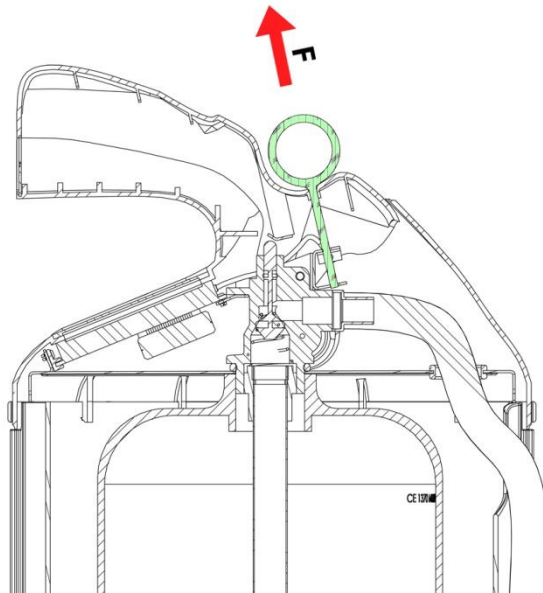
- **Gruppo di azionamento:**
  Qui trovano spazio i componenti utili all'azionamento e quindi all'erogazione dell'agente estinguente.
  La valvola assemblata con la copertura superiore e la leva superiore trovano spazio in questo gruppo.

- **Gruppo di controllo:**
  Questo gruppo comprende le parti necessarie a controllare l'erogazione e il mantenimento dell'agente estinguente.
  Trovano spazio il dispositivo digitale con display per il controllo e la memorizzazione delle operazioni utili al controllo dell'estintore stesso e tutta la parte di sostegno al dispositivo, infine troviamo anche il sigillo di sicurezza.

5.8.1 CINEMATISMO DEI COMPONENTI INTERNI

Come fatto per la fase di reverse engineering dell'estintore campione svilupperemo un nuovo modello glass-box.

In questo modello andremo ad aggiungere i componenti che si abbiamo aggiunto al nostro progetto ovvero la parte di contenimento e protezione del serbatoio e della valvola e la parte di controllo con il dispositivo elettronico e i sensori connessi a quest'ultimo.

5.8.2 ANALISI CINEMATICA

Come già preannunciato nei paragrafi precedenti il progetto non prevede dei cambiamenti rivoluzionari nel cinematismo del funzionamento dell'estintore stesso. L'unica variante effettuata è stata quella di modificare il posizionamento dell'anello di sicurezza per favorire le operazioni di sgancio al momento del bisogno.

PASSO 1:
L'utente applica una forza F per togliere l'anello di sicurezza (evidenziato in verde).

Per tutti gli altri passaggi si rimanda al capitolo 3.2.4 sull'analisi cinematica dell'estintore campione perché risulta essere identica.

5.9 Riposizionamento estintore

Caratteristica importante e fondamentale di ogni estintore è il suo posizionamento. Per ovviare a questo problema abbiamo sviluppato una soluzione di fissaggio a parete e una di fissaggio a una struttura mobile, sempre a partire dalla stessa piastra da parete.

Soluzione a parete

Soluzione a struttura

6 ENGINEERING: SCELTA TECNOLOGIE DI PRODUZIONE

Con questo capitolo inizia la fase di Engineering del progetto.
L'engineering andrà ad affrontare per prima cosa la scelta delle tecnologie di produzione, poi la selezione dei materiali in base alle specifiche assegnate e infine andremo a calcolare i costi di produzione.

Scelta delle tecnologie di produzione
Lo scopo di questa sezione sarà quello di andare a confrontare sinteticamente le specifiche di produzione e prodotto che si adattano meglio ai nuovi componenti dell'estintore.

Gli aspetti considerati per confrontare le diverse alternative di processo sono:

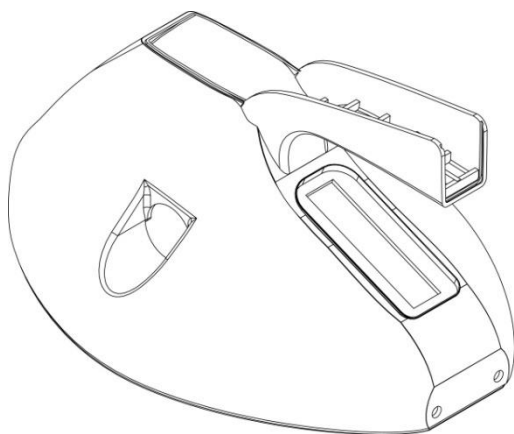
- **Materiali:**
  Il materiale potrà essere quello definitivamente scelto per la produzione del componente oppure potrà essere anche solo ipotizzato. In questa fase delle selezione è fondamentale che se ne conosca la tipologia (es. termoplastico, estruso, stampato ad iniezione,…)
- **Dimensioni:**
  Le dimensioni del pezzo possono validare o meno una determinata tecnologia di processo. È quindi di vitale importanza sapere la dimensione lineare massima, il volume di contenimento e gli spessori del pezzo.
- **Proprietà dei prodotti:**
  Descrivono delle caratteristiche non espressamente qualificabili quantitativamente come ad esempio la complessità di un pezzo.
- **Tolleranze:**
  le tolleranze influenzano in maniera preponderante la scelta del processo, in quanto, un'errata stima potrebbe portare a danni disastrosi nell' assemblaggio dei pezzi e nella loro iterazione.
- **Finitura superficiale:**
  Generalmente questa specifica viene espressa tramite il livello di rugosità. È fondamentale nel caso in cui il progettista ricerchi una determinata finitura utile al funzionamento di parti meccaniche o solamente al rivestimento esterno dell'oggetto.
- **Limitazioni:**
  Le limitazioni di processo inglobano quelle caratteristiche di produzione quali il costo e il tempo di produzione delle attrezzature per produrlo oppure parametri relativi alla buona riuscita del pezzo come ad esempio il rischio di distorsioni.
- **Altri criteri:**
  Con altri criteri andiamo ad intendere ad esempio la tipicità di un'applicazione rispetto a un componente standard. Oppure vantaggi o svantaggi di una tecnologia rispetto ad un'altra.

6.1 SPECIFICHE DI PRODUZIONE DEI NUOVI COMPONENTI

In questo paragrafo andremo ad analizzare le specifiche di produzione per tutti i nuovi componenti progettati per l'estintore.
Dobbiamo specificare che andremo ad analizzare solo quei componenti riprogettati da zero.
Tra i nuovi componenti troviamo anche un elemento di sostegno per l'estintore. Per comodità divideremo l'analisi in due sezioni.

6.1.1 SPECIFICHE DI PRODUZIONE ESTINTORE

In questo paragrafo analizzeremo le specifiche di produzione dei nuovi componenti dell'estintore.

Copertura superiore

Materiale:
Polimerico termoplastico, ABS o PA

Dimensioni:
_Volume: 117cm^3
_Lunghezza massima: 225mm
_Spessore medio: 2mm

Proprietà del componente:
_Dimensioni medie
_Forme complesse e dettagli fini
_Alto livello di finitura superficiale

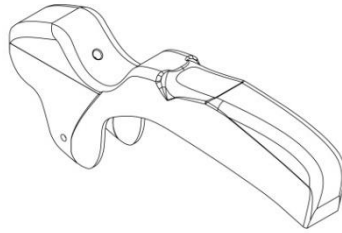
Caratteristiche generali:

Tolleranze:
_Generali ±0,1mm
_Diametro fori ±0,15mm

Finiture superficiali:
_SPE #3 opaca o sabbiata per l'esterno della scocca
_SPE #2 lucida per l'interno a contatto con le scocche

Vincoli:
_basso/medio costo al pezzo
_buona qualità dimensionale per gli accoppiamenti

Altre considerazioni:
_volume di produzione 50.000pezzi
_tempi ciclo accettabili 15-20 secondi

Leva superiore

Materiale:
Polimerico termoplastico, ABS o PA

Dimensioni:
_Volume: 29 cm^3
_Lunghezza massima: 170mm
_Spessore medio: 2mm

Proprietà del componente:
_Dimensioni piccolo/medie
_Forme semplici e dettagli fini
_Alto livello di finitura superficiale

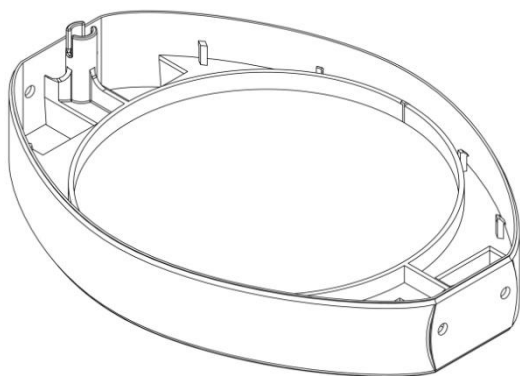
Caratteristiche generali:

Tolleranze:
_Generali ±0,1mm
_Diametro fori ±0,15mm

Finiture superficiali:
_SPE #3 opaca o sabbiata per l'esterno della scocca
_SPE #2 lucida per l'interno a contatto con le scocche

Vincoli:
_basso/medio costo al pezzo
_buona qualità dimensionale per gli accoppiamenti

Altre considerazioni:
_volume di produzione 50.000pezzi
_tempi ciclo accettabili 15-20 secondi

Base inferiore

Materiale:
Polimerico termoplastico, ABS o PA

Dimensioni:
_Volume: 134 cm^3
_Lunghezza massima: 225mm
_Spessore medio: 2mm

Proprietà del componente:
_Dimensioni medie
_Forme semplici e dettagli fini
_Alto livello di finitura superficiale

Caratteristiche generali:

Tolleranze:
_Generali ±0,1mm
_Diametro fori ±0,15mm

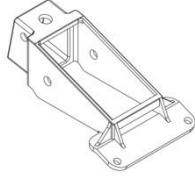
Finiture superficiali:
_SPE #3 opaca o sabbiata per l’esterno della scocca
_SPE #2 lucida per l’interno a contatto con le scocche

Vincoli:
_basso/medio costo al pezzo
_buona qualità dimensionale per gli accoppiamenti

Altre considerazioni:
_volume di produzione 50.000pezzi
_tempi ciclo accettabili 15-20 secondi

Gabbietta d’appoggio

Materiale:

Polimerico termoplastico, ABS o PA

Dimensioni:
_Volume: 2 cm^3
_Lunghezza massima: 60mm
_Spessore medio: 1,2mm

Proprietà del componente:
_Dimensioni piccole
_Forme molto semplici
_Basso livello di finitura superficiale

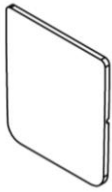
Caratteristiche generali:

Tolleranze:
_Generali ±0,1mm
_Diametro fori ±0,15mm

Finiture superficiali:
_SPE #2 lucida per l’interno e l’esterno

Vincoli:
_basso costo al pezzo
_buona qualità dimensionale per gli accoppiamenti

Altre considerazioni:
_volume di produzione 50.000pezzi
_tempi ciclo accettabili 5-10 secondi

Sigillo di sicurezza

Materiale:
Polimerico termoplastico, ABS o PA

Dimensioni:
_Volume: 0,5 cm^3
_Lunghezza massima: 26mm
_Spessore medio: 0,5mm

Proprietà del componente:
_Dimensioni piccole
_Forma molto semplice
_Basso livello di finitura superficiale

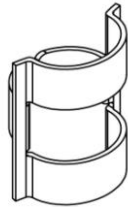
Caratteristiche generali:

Tolleranze:
_Generali ±0,1mm

Finiture superficiali:
_SPE #2 lucida per l'interno e l'esterno

Vincoli:
_basso costo al pezzo

Altre considerazioni:
_volume di produzione 50.000pezzi
_tempi ciclo accettabili 2-3 secondi

Estrattore manichetta

Materiale:
Polimerico termoplastico, ABS o PA

Dimensioni:
_Volume: 1 cm^3
_Lunghezza massima: 26mm
_Spessore medio: 1mm

Proprietà del componente:
_Dimensioni piccole
_Forme molto semplici
_Alto livello di finitura superficiale

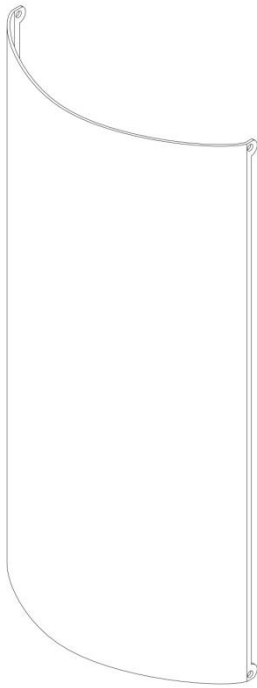
Caratteristiche generali:

Tolleranze:
_Generali ±0,1mm

Finiture superficiali:
_SPE #2 lucida per l'interno e l'esterno

Vincoli:
_basso costo al pezzo

Altre considerazioni:
_volume di produzione 50.000pezzi
_tempi ciclo accettabili 2-3 secondi

Parete laterale

Materiale:
Polimerico termoplastico, ABS o PA

Dimensioni:
_Volume: 0,8 cm^3
_Lunghezza massima: 443mm
_Spessore medio: 1,9mm

Proprietà del componente:
_Dimensioni medie
_Forme molto semplici
_Alto livello di finitura superficiale

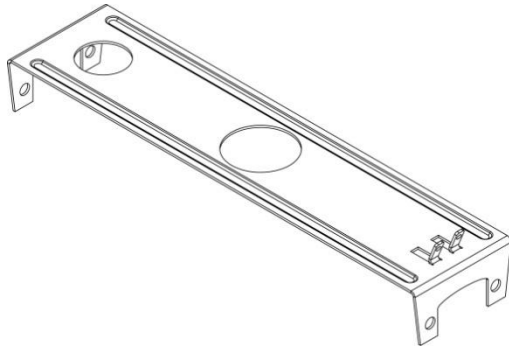
Caratteristiche generali:

Tolleranze:
_Generali ±0,1mm
_Diametro fori ±0,15mm

Finiture superficiali:
_SPE #3 opaca o sabbiata per l'esterno della scocca
_SPE #2 lucida per l'interno a contatto con le scocche

Vincoli:
_basso costo al pezzo
_buona qualità dimensionale per gli accoppiamenti

Altre considerazioni:
_volume di produzione 50.000pezzi
_tempi ciclo accettabili 15-20 secondi

Supporto orizzontale

Materiale:
Lamiera al C o inox

Dimensioni:
_Spessore lamiera: 1mm
_Area massima: 233cm^2
_Dimensione massima: 208mm

Proprietà del componente:
_Dimensioni medio-piccole
_Complessità moderata
_finitura superficiale da lamiera

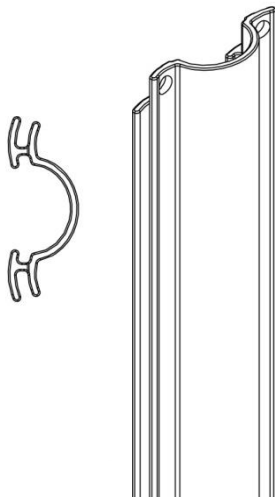
Caratteristiche generali:

Tolleranze:
_Generali ±0,2mm
_Diametro fori ±0,1mm
_Pieghe ±0,1°

Finiture superficiali:
_Liscia come da lamiera

Vincoli:
_basso costo al pezzo
_buona qualità dimensionale per gli accoppiamenti

Altre considerazioni:
_volume di produzione 50.000pezzi
_tempi ciclo accettabili 15-20 secondi
_presenza di ricalcature lungo l'asse maggiore
_il pezzo andrà ad accoppiarsi con gli estrusi di sostegno e le pareti laterali sarà pertanto importante mantenere una buona assialità dei fori

Estruso di sostegno

Materiale:
Acciao al C o inox

Dimensioni:
_Volume: 74 cm^3
_Lunghezza massima: 410mm
_Spessore medio: 2mm

Proprietà del componente:
_Sezione aperta
_Forma poco complessa
_Alto livello di finitura superficiale

Caratteristiche generali:

Tolleranze:
_Generali ±0,1mm
_Diametro fori ±0,15mm

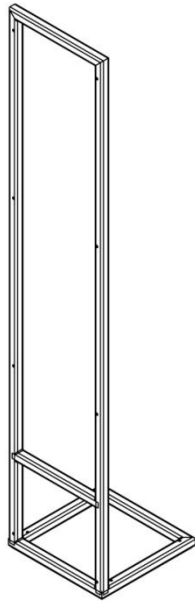
Finiture superficiali:
_SPE #2 lucida per l'interno e l'esterno

Vincoli:
_basso costo al pezzo
_buona qualità dimensionale per gli accoppiamenti

Altre considerazioni:
_volume di produzione 50.000pezzi
_tempi ciclo accettabili 5-10 secondi

6.1.2 SPECIFICHE DI PRODUZIONE SOSTEGNO ESTINTORE

In questo paragrafo analizzeremo le specifiche di produzione dei nuovi componenti del sostegno dell’estintore.

Struttura saldata

Materiale:
Acciaio al C o inox

Dimensioni:
_Volume: 612 cm^3
_Lunghezza massima: 1220mm
_Tubolare: 20x20mm, spessore 2mm

Proprietà del componente:
_Sezione chiusa, unita
_Forma poco complessa
_Alto livello di finitura superficiale

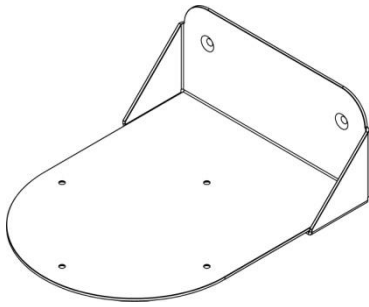
Caratteristiche generali:

Tolleranze:
_Generali ±0,1mm
_Diametro fori ±0,15mm

Finiture superficiali:
_SPE #2 lucida

Vincoli:
_basso costo
_buona qualità dimensionale per gli accoppiamenti

Altre considerazioni:
_volume di produzione 50.000pezzi
(eventualmente producibile su richiesta del cliente)
_tempi ciclo accettabili 5-10 min

Lamiera d’appoggio

Materiale:
Lamiera al C o inox

Dimensioni:
_Spessore lamiera: 2mm
_Area massima: 885cm^2
_Dimensione massima: 196mm

Proprietà del componente:
_Dimensioni medio-piccole
_Complessità moderata
_Buon livello di finitura superficiale

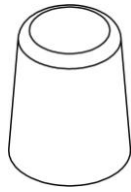
Caratteristiche generali:

Tolleranze:
_Generali ±0,2mm
_Diametro fori ±0,1mm
_Pieghe ±0,1°

Finiture superficiali:
_SPE #3 lucida

Vincoli:
_basso costo al pezzo
_buona qualità dimensionale per gli accoppiamenti

Altre considerazioni:
_volume di produzione 50.000pezzi
_tempi ciclo accettabili 15-20 secondi
_Lavorazioni di svasatura dei fori dopo le operazioni di tranciatura e piegatura

Inserto per aggancio base estintore

Materiale:
Polimerico termoplastico, ABS o PA

Dimensioni:
_Volume: 1 cm^3
_Lunghezza massima: 13mm
_Spessore medio: 5mm

Proprietà del componente:
_Dimensioni piccole
_Forme molto semplici
_Basso livello di finitura superficiale

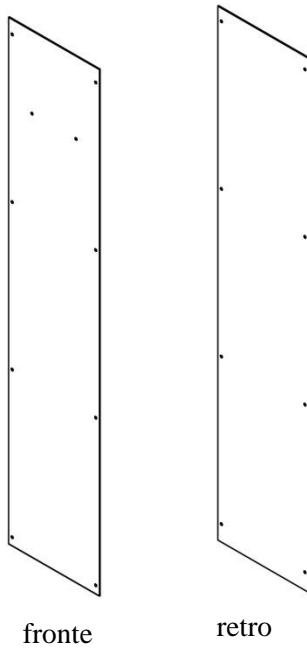
Caratteristiche generali:

Tolleranze:
_Generali ±0,1mm

Finiture superficiali:
_SPE #4

Vincoli:
_basso costo al pezzo

Altre considerazioni:
_volume di produzione 50.000pezzi
_tempi ciclo accettabili 2-3 secondi

Pannellature

Materiale:
Polimerico termoplastico, ABS o PA

Dimensioni:
_Volume:
(565_fronte+573retro+110basso)=
683 cm^3
_Lunghezza massima: 1200mm
_Spessore medio: 2mm

Proprietà del componente:
_Dimensioni medie
_Forme molto semplici
_Alto livello di finitura superficiale

Caratteristiche generali:

Tolleranze:
_Generali ±0,1mm
_Diametro fori ±0,15mm

Finiture superficiali:
_SPE #3 opaca o sabbiata per l’esterno
_SPE #2 lucida per l’interno

Vincoli:
_basso costo al pezzo
_buona qualità dimensionale per i centraggi dei fori sulla struttura

Altre considerazioni:
_volume di produzione 50.000pezzi
_tempi ciclo accettabili 1-2 min

6.2 SCELTA DEL PROCESSO

La scelta dei processi di produzione per i componenti elencati nelle pagine precedenti andrà ad influire sui diversi fattori riguardanti produttività e costi.
Dopo aver osservato i diversi componenti possiamo dire che: copertura superiore, leva superiore, base inferiore, sigillo di sicurezza, estrattore per manichetta e la gabbietta d'appoggio saranno ottenuto con lo stesso processo, in quanto le loro caratteristiche sono molto simili.
Mentre per la piastra orizzontale e gli estrusi di sostegno andremo ad utilizzare due tecnologie differenti.

Da un'osservazione delle diverse alternative di processo e delle loro specifiche, come potrete vedere dalle schede tecniche nelle pagine successive, che le tre tecnologie più idonee sono:

- **Stampaggio ad iniezione**
  Questa tipologia di stampaggio è un processo di produzione industriale in cui un materiale plastico viene fuso e iniettato ad elevata pressione all'interno di uno stampo chiuso, che viene aperto dopo il raffreddamento del manufatto.
  Generalmente l'iniezione avviene a pressioni elevate ed a temperature abbastanza elevate da consentire lo scorrimento del materiale "plastificato" all'interno del macchinario.

- **Stampaggio di semilavorati in lamiera**
  Questo processo è stato selezionato per la realizzazione della piastra orizzontale.
  Molti prodotti vengono realizzati a partire da una lamiera che può essere tagliata, piegata, imbutita, punzonata o tranciata.
  Il costo del materiale utile per le attrezzature può variare in base alla complessità del pezzo (rimanendo comunque contenuto) o al material e da costruzione.
  Questi processi si adattano bene a geometrie semplici con spessore costante.

- **Estrusione a caldo**
  L'estrusione è un processo di produzione industriale di deformazione plastica che consente di produrre pezzi a sezione costante (ad esempio tubi, barre, profilati, lastre). Essa è utilizzata per i materiali metallici (come l'acciaio, l'alluminio o il rame). Viene utilizzata anche per materie plastiche (come la gomma o materiali termoplastici) e altri materiali.

7 ENGINEERING: SELEZIONE DEI MATERIALI

Arrivati a questo capitolo affronteremo la metodologia di selezione con cui verranno fabbricati i componenti descritti nei paragrafi precedenti.

Risulta molto utile nel processo di selezione seguire una metodologia ben precisa che sappia tener conto dei diversi fattori e che sappia utilizzare i dati in nostro possesso in maniera oggettiva, per non perdersi nell'universo dei materiali.

Criteri di selezione dei materiali

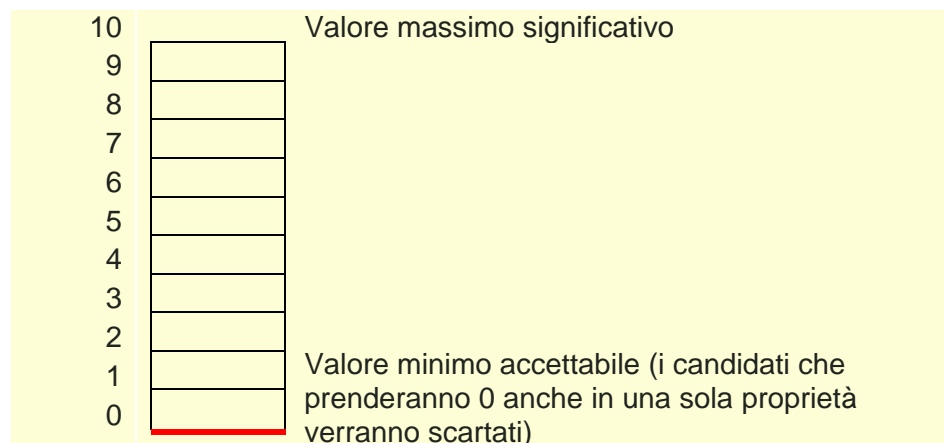
Il metodo che utilizzeremo per la selezione dei materiali si suddivide in più fasi, ognuna delle quali serve a restringere il campo sempre più fino alla valutazione e alla scelta dei materiali con le caratteristiche più adatte.

Le fasi sono così suddivise:

- **Fase 1 _ Valutazione dei requisiti**
  Nella prima fase andremo a valutare quali saranno i requisiti fondamentali a cui il materiale dovrà rispondere. In questa fase dovremmo tener ben presente che il nostro oggetto dovrà rapportarsi non solo con il progetto stesso da dove è nato, ma anche con il mercato, i bisogni dell'utente ed anche con eventuali desideri o richieste del progettista e dell'azienda committente.
  In questa fase, quindi, andremo ad esplicitare per prima cosa quali funzioni dovrà svolgere il componente al quale dovrà essere applicato il materiale, poi i vincoli non modificabili, che devono rimanere tali ai fini del progetto. Infine andremo a scegliere gli obiettivi che vorremo massimizzare o minimizzare per il nostro prodotto.

- **Fase 2 _ Correlazione tra requisito, fenomeno e proprietà**
  Qui andremo a mettere in relazione i requisiti richiesti al componente, con il fenomeno che li contraddistingue e la proprietà fisica del materiale che risponde a questo fenomeno.
  Se, ad esempio, il requisito del componente è quello di essere utilizzato applicandovi ripetutamente una forza senza che esso si rompa, analizzeremo il fenomeno e lo relazioneremo ad una proprietà del materiale che è indice del fenomeno, qui ad esempio sarà lo sforzo di snervamento σ_y e la relativa unità di misura [MPa].
  Seguiremo questo processo per tutti i requisiti ricavandone una lista di caratteristiche che ci serviranno per andare a confrontare i diversi materiali candidati alla selezione.

- **Fase 3 _ Normalizzazione dei dati**
  Sulla base di un insieme di proprietà, in genere non omogenee ed a volte qualitative, non è possibile effettuare un confronto tra i materiali. In questa fase attribuiremo a ciascuna proprietà un punteggio che sarà determinato dalla sua posizione in una scala di valori, compresa fra un valore minimo accettabile e massimo significativo.
  Andremo, quindi, a convertire le proprietà fisiche in voti tramite un metodo proporzionale e ad ogni valore della proprietà uguale o superiore al massimo andremo ad attribuire il voto massimo (esempio 10), mentre un valore inferiore al minimo (cioè 0) comporterà l'esclusione diretta del materiale.

- **Fase 4 _ Selezione**
  Otterremo quindi un profilo di proprietà per ogni materiale concorrente che andremo a schematizzare su un indice pesato come ad esempio un diagramma radar ottenendo così un riscontro visivo diretto tra le diverse proprietà.
  La selezione sarà effettuata per il materiale che sarà dotato del migliore insieme di proprietà.

Esempio di una scala di normalizzazione dei dati (M.Levi)

7.1 RESISTENZA ALLA FIAMMA

Metodo UL94

Prima di andare ad effettuare tutto il processo di selezione dei materiali è doveroso spendere due parole su questa particolarità dei materiali polimerici.

Risulta essere molto importante, infatti, che i materiali che compongono l’estintore stesso abbiano una buona resistenza alla fiamma nel caso di contatto con il principio d’incendio.
Spieghiamo meglio in cosa consiste il metodo UL (underwriters laboratories): con questa procedura si ottengono informazioni sulla resistenza alla fiamma del materiale da analizzare. La prova viene realizzata con un'apparecchiatura: una estremità del provino, supportato verticalmente, viene sottoposta ad una fiamma attraverso un Bunsen, alta 20 mm, che viene applicata due volte per 10 secondi.
In base a:

- Comportamento del materiale
- Tempi di combustione del provino
- Eventuale caduta di gocce di materiale incandescente con accensione del sottostante strato di cotone

i materiali vengono classificati secondo le seguenti classi:

- V-0: il tempo di combustione dopo ogni applicazione della fiamma non supera i 10 secondi e non si ha sgocciolamento di particelle infiammate che incendiano il cotone idrofilo posto sotto il provino
- V-1: il tempo di combustione dopo ogni applicazione della fiamma non supera i 30 secondi e non si ha sgocciolamento di particelle infiammate che incendiano il cotone idrofilo posto sotto il provino
- V-2: il tempo di combustione dopo ogni applicazione della fiamma non supera i 30 secondi ed è permesso che alcune gocce infiammate incendino il cotone idrofilo posto sotto il provino
- HB: quando non è classificabile come sopra e nella prova con provino orizzontale si hanno velocità di bruciatura <38mm/min per spessori >3mm e <76mm/min per spessori <3mm.

Riportiamo di seguito una tabella che rappresenta il grado di autoestinguenza secondo l’UL94 di alcuni polimeri non modificati utilizzando un provino di spessore variabile da 3 a 6mm

UL94	
PTFE	V0
PVDF	V0
PSU	HB-V2
PESU	HB-V2
PC	HB-V2
PPO.m	HB
PA66	HB-V2
PET	HB
PP	HB
PE	V0
POM	HB

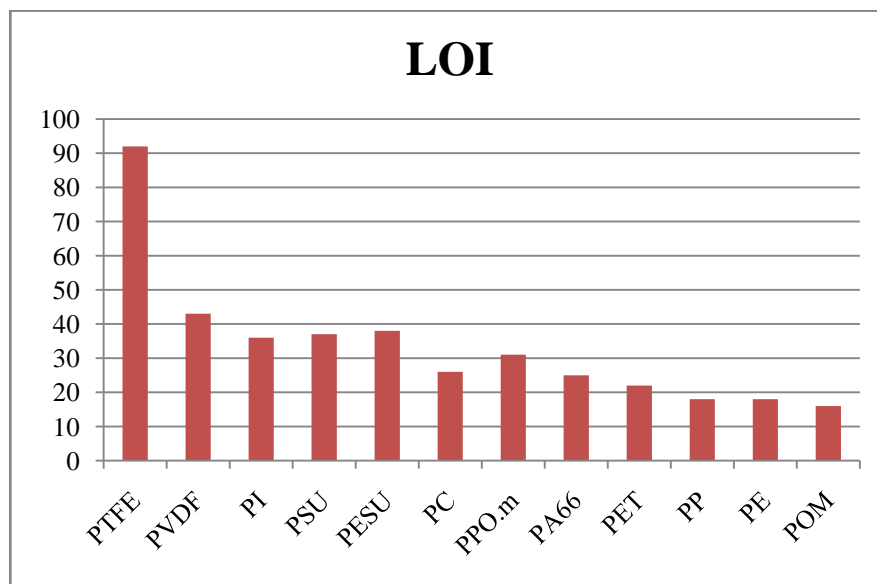
Indice di ossigeno_ISO4589

Un’altra importante prova che viene effettuata per calcolare ed analizzare la resistenza alla fiamma è quella dell’indice di ossigeno.

La prova consiste nel misurare la percentuale minima di ossigeno nella miscela ossigeno - idrogeno che sopporti la combustione del materiale plastico. Più alta è la percentuale di ossigeno necessaria alla combustione (valore LOI) minore è la probabilità di combustione.

L'indice di ossigeno è la concentrazione minima di ossigeno in presenza della quale il campione di materiale riesce ad alimentare la combustione per 3 minuti o a bruciare per 50 mm.

Riportiamo di seguito una tabella che rappresenta l’indice:

LOI	
PTFE	**92**
PVDF	**43**
PI	**36**
PSU	**37**
PESU	**38**
PC	**26**
PPO.m	**31**
PA66	**25**
PET	**22**
PP	**18**
PE	**18**
POM	**16**

Considerazioni

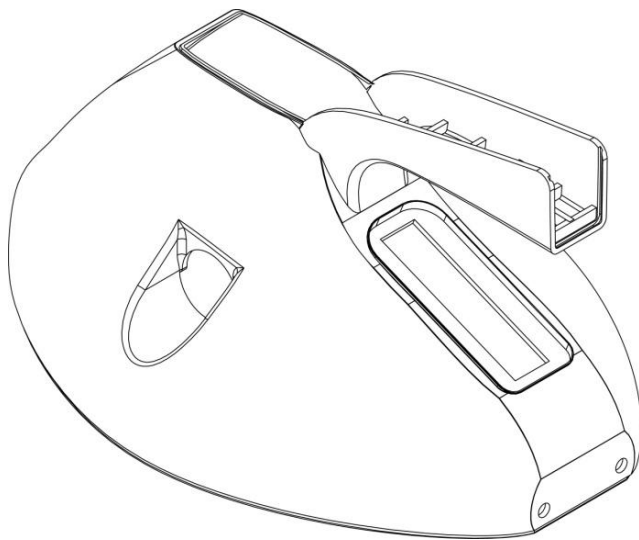
Nelle fasi seguenti terremo molto ben presente la resistenza alla fiamma dei materiali che andremo a selezionare.

7.2 METODO DI SELEZIONE APPLICATO AI COMPONENTI

Ora andremo ad applicare il metodo di selezione appena enunciato ai componenti del nostro estintore, iniziando dai componenti in materiale polimerico.

7.2.1 METODO DI SELEZIONE COMPONENTI ESTINTORE

Anche in questo caso applicheremo il metodo di selezione prima ai componenti dell'estintore poi all'elemento di sostegno.

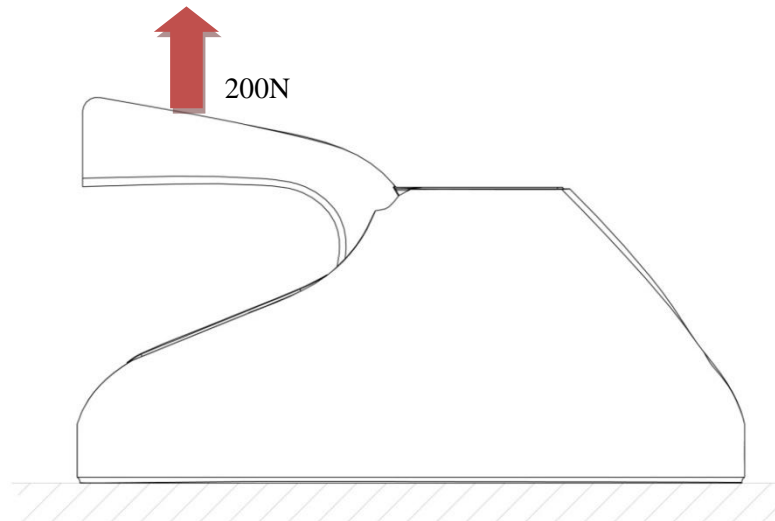
Copertura inferiore

Fase 1 _ Definizione dei requisiti

La copertura inferiore dovrà rispettare i requisiti ricavabili anche dalle specifiche di prodotto. A seguire espliciteremo tutti i requisiti fino ad arrivare agli obiettivi.

- **Funzioni della copertura**
  _Permettere all'utente di alzare l'estintore
  _Sostenere il display
  _Guidare le pareti laterali
  _Coprire e proteggere la valvola
  _Dare forma e colore al prodotto (ovvero comunicare visivamente)

- **Vincoli geometrici**
  _Forma già definita, complessa e cava (guscio di spessore 2mm)
  _Sezione del manico a C con nervature interne
  _Volume totale comprensivo di nervature 117cm^3

- **Vincoli strutturali**
  La forza peso che deve sostenere la copertura inferiore è di 9,8Kg circa (98N), ma siccome l'oggetto è soggetto a fatica, valuteremo una forza di circa 2 volte superiore pari a 200N applicata verticalmente al manico

- **Obiettivi**
  _Un peso massimo imposto di 250g
  _Costo massimo imposto per il materiale al pezzo 0,8€

Schema dell'applicazione della forza dell'utente al manico.
A causa della sezione e della forma complessa, utilizzeremo un software di calcolo per elementi finiti per ricavare lo sforzo massimo a cui è soggetta la scocca ed in particolare il manico.

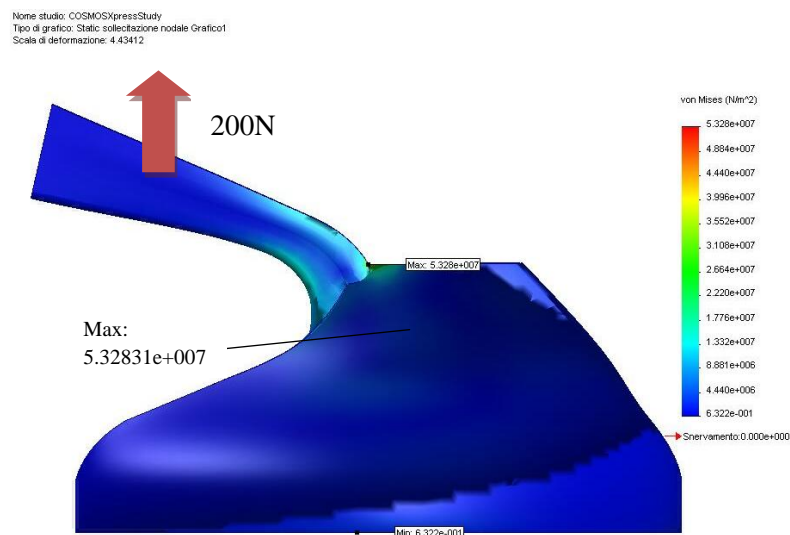



Immagine dell'analisi FEM dello sforzo massimo tramite software CosmossXpress il risultato è uno sforzo massimo di 54 Mpa

Fase 2 _ Correlazione tra requisito e proprietà

Ora valutando ciò che è stato detto nella fase 1, andremo ad esplicitare le proprietà che metteremo a confronto per valutare i materiali.

Resistenza→Carico di snervamento σ_y [MPa]
Leggerezza→ Densità [Kg/dm3]
Economicità→Costo materiale al Kg [€/Kg]
Estetica-colore→Accetta i colori in fase di stampaggio [Si/No]

Per andare avanti occorre prima di tutto scegliere dei materiali per il confronto e poi andare a reperire i dati.

Siamo andati così a selezionare dei materiali perché abbiamo riscontrato che vengono utilizzati nel campo egli estintori (dalla ricerca di mercato effettuata) sia perché hanno al possibilità di essere processati tramite la tecnologia di produzione selezionata nel capitolo precedente.

Materiale	Carico di snervamento [MPa]	Densità [Kg/dm^3]	Costo [€/Kg]	Resistenza fiamma	Accetta colore [Si/No]
ABS	44	1,06	1,8	scarsa	Si
PA caricato 30%vetro	115	1,33	3,6	normale	Si
PP	34	0,9	0,9	scarsa	Si
PE	25	0,95	2	scarsa	Si
PC	70	1,17	4,2	buona	Si

Dati ricavati CES material selector 4.5 (edu-level 3)

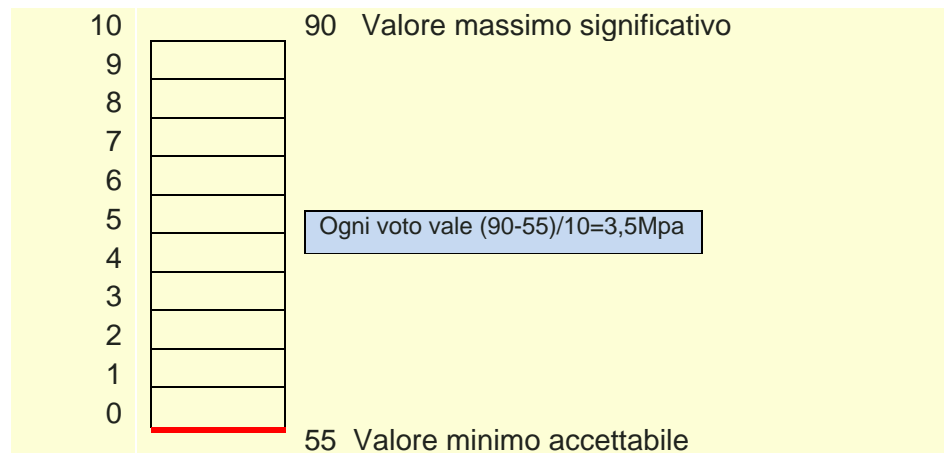
Fase 3_Normalizzazione dei dati

Per poter andare avanti dovremo attribuire un valore minimo e un massimo significativo a questi dati numerici.

- **Carico di snervamento**
  Dall'analisi degli sforzi abbiamo ottenuto uno sforzo massimo di 54Mpa, che è stato calcolato per rimanere in sicurezza, quindi ora adotteremo questo valore come carico di snervamento minimo. Mentre adotteremo un valore di 90 Mpa come carico di snervamento massimo.

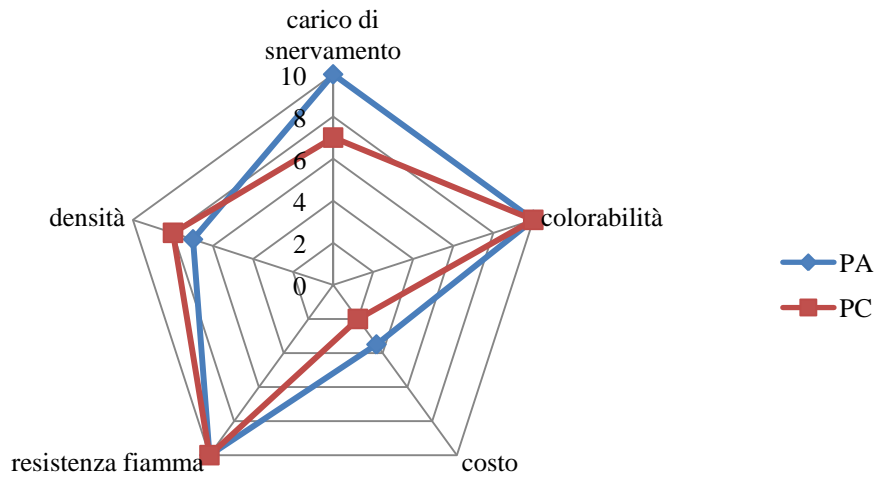
- **Densità**
  Partendo da un volume di 117cm^3 e ipotizzando di ottenere un peso massimo di 250g andremo ad impostare una densità massima di 2Kg/dm^3 che andrà a prendere il voto più basso. Mentre attribuiremo voto più alto a una densità minima di 1Kg/dm^3.

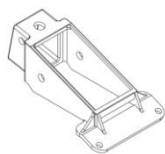
- **Costo**
  Per il costo, il discorso non cambia, costi maggiori corrispondono ad un voto più basso. Ipotizzeremo un costo massimo di 5€/Kg ed un minimo di 1€/Kg.

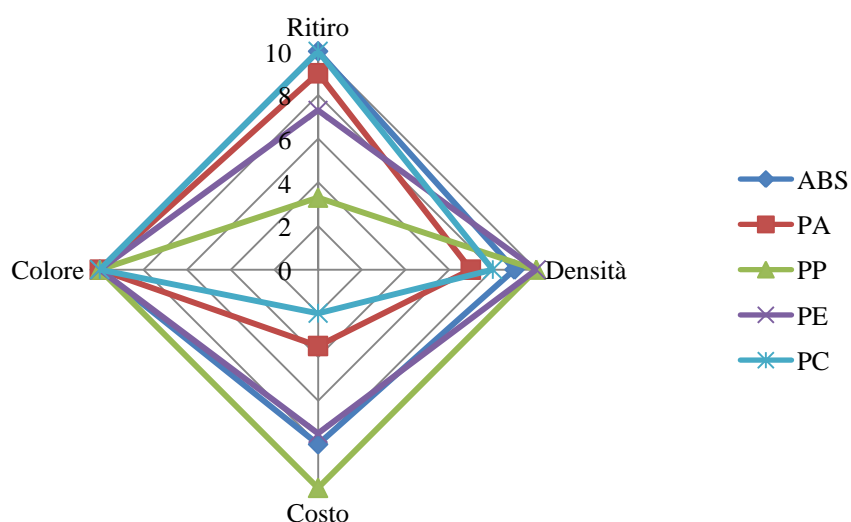
- **Accetta colore**
  Infine per la possibilità di ricevere o accettare colore in stampo daremo voto 10 mentre se non c'è la possibilità daremo voto 0.

Esempio di normalizzazione dei dati tramite la trasformazione in voto degli stessi

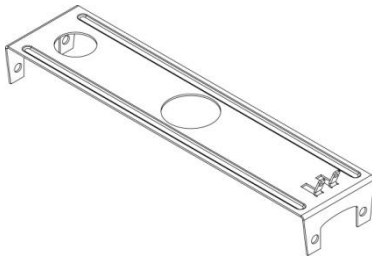
Dati normalizzati:

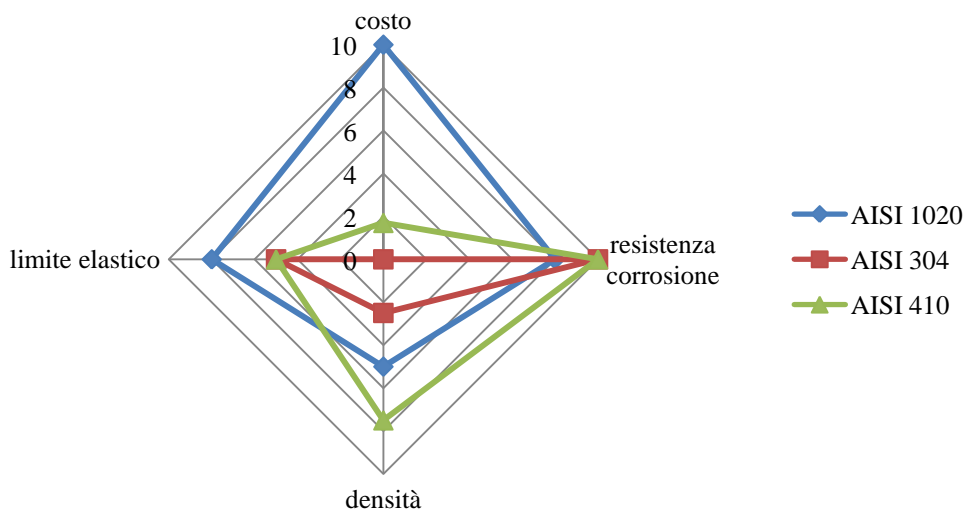
	Carico di snervamento [MPa]	Densità [Kg/dm^3]	Costo [€/Kg]	Resistenza alla fiamma	Accetta colore [Si/No]
Valore max	90	2	5	No	No
Valore min	55	1	1	Si	Si
Materiale					
ABS	0	9	8	0	10
PA caricato 30%vetro	10	7	3,5	10	10
PP	0	10	10	0	10
PE	0	10	7,5	0	10
PC	4,2 [(70-55):3,5]	8	2	10	10

Come già preannunciato scarteremo tutti i materiali che hanno preso voto uguale a 0 anche in una sola categoria. Cioè l'ABS, il PE e il PP. Concentreremo quindi il nostro confronto sui materiali rimasti: il PC e la PA caricato a fibra di vetro per il 30%. Per semplificare il tutto costruiremo un diagramma radar che raccolga i loro voti.

Dal grafico possiamo notare facilmente come il PC riceve voti in media più bassi rispetto alla PA caricata. Risulta evidente che non possiamo valutare una scelta sulla base della colorabilità dello stampato perché tutti e due la possiedono.
Guardando il resto, invece, ci rendiamo facilmente conto che la poliammide (PA) è il polimero che ci dà più sicurezza per quanto riguarda la resistenza meccanica, infatti ha voto 10, superando di poco il costo del policarbonato (PC).
L’unico voto in cui il PC eccelle è la densità, che è comunque accettabile anche per la PA.
Sceglieremo quindi per la nostra copertura una poliammide caricata a fibre di vetro tale da garantirci un buon risparmio e un eccellente sicurezza mantenendo il peso della scocca leggero.
Effettueremo la stessa scelta di materiale anche per la leva superiore e la base inferiore.
Ora applicheremo lo stesso processo di ricerca e selezione anche agli altri componenti.

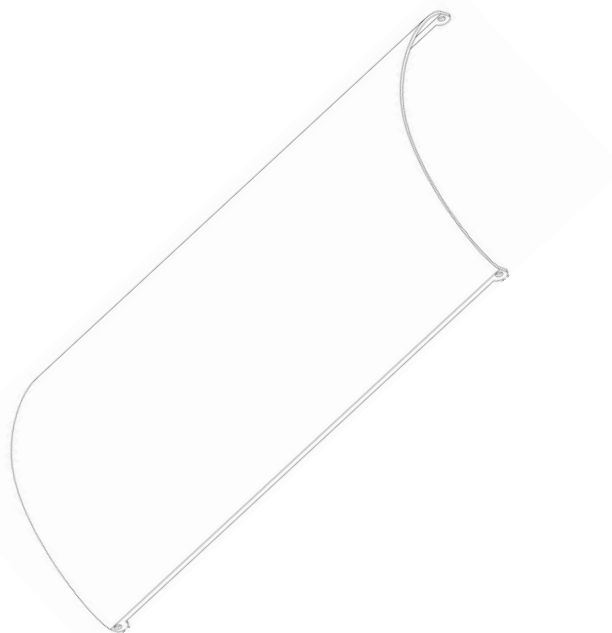
Gabbietta d’appoggio

Per quanto riguarda questo pezzo è di fondamentale importanza il controllo dimensionale in fase di stampaggio, in quanto deve calzare bene sulla valvola e avere poca tolleranza nel centraggio dei fori.
Andremo, così, a valutare il ritiro % del polimero e la sua densità per ottenere un componente non eccessivamente pesante controllando così il costo al Kg per mantenere sotto controllo l’economia del prodotto. La colorabilità del componente e la finitura estetica del componente risultano fattori molto marginali. Dobbiamo ricordare che il componente è completamente nascosto e riveste una pura funzione di sostegno per il display e l’anello di sicurezza.
In questo caso non valuteremo la resistenza alla fiamma, in quanto il materiale non risulterebbe a contatto con la stessa.
Per velocizzare il tutto esprimeremo i valori da subito normalizzati.

	Ritiro %	Densità	Costo	Accetta colore
Valore max	1	2	1	No
Valore min	4	1	5	Si
Materiale				
ABS	10	9	8	10
PA caricato 30%vetro	9	7	3,5	10
PP	3,3	10	10	10
PE	7,3	10	7,5	10
PC	10	8	2	10

Possiamo subito notare che tutti i materiali hanno ottimi voti. Iniziamo a scartare, però, PA e PC per il costo elevato. Poi, sapendo l’importanza del ritiro e il costo connesso scegliamo senza dubbio l’ABS che ha un basso ritiro e un basso costo.

Supporto orizzontale

La caratteristica più importante di questo componente è che venga prodotto in economia, siccome verrà acquistato il semilavorato e il conseguente sfrido.
Poi valuteremo la resistenza alla corrosione e il peso che avrà. Infine, come ultima caratteristica valuteremo il coefficiente elastico.
I materiali che confronteremo sono tre: acciaio basso legato AISI 1020, acciai inossidabili AISI 304 e AISI 410 martensitico.

	Costo [€/Kg]	Resistenza alla corrosione	Densità	Limite elastico
Valore max	2,5	Ottima	8	200
Valore min	0,8	Scarsa	7,6	300
Materiale				
AISI 1020	10	8	5	8
AISI 304	0	10	2,5	5
AISI 410	1,7	10	7,5	5

Scartiamo subito l'AISI 304 perché ha un valore 0, è troppo costoso.
Vediamo chiaramente che l'AISI 1020 eccelle nel settore più importante, quello del costo, mantenendo ottimi risultati nelle altre caratteristiche offrendo ottima resistenza meccanica e alla corrosione a un ottimo prezzo.
La nostra scelta cadrà quindi sull'AISI 1020.
Utilizzeremo questo acciaio anche per gli estrusi di sostegno laterale per evitare problemi di corrosione per differenza di potenziale e per mantenere un costo accettabile.

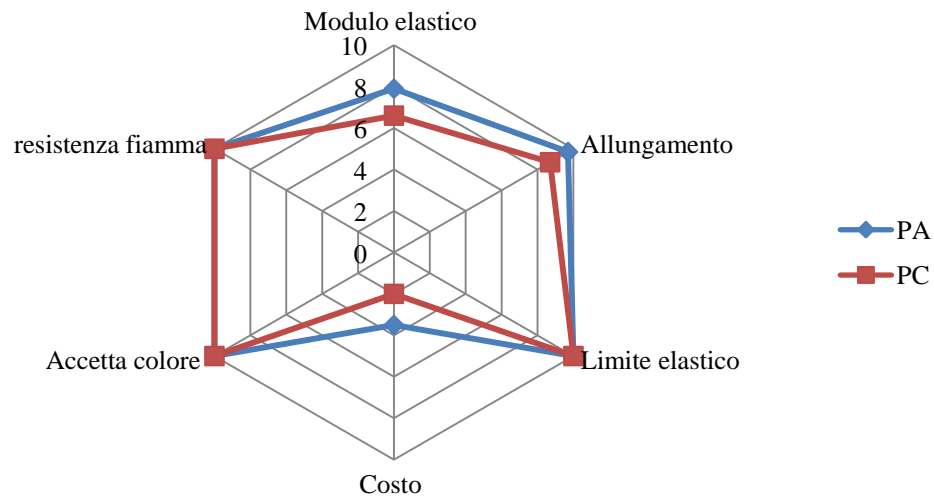
Parete laterale

La caratteristica fondamentale di questo componente è la deformabilità (o allungamento) in quanto deve deformarsi per entrare nelle apposite guide. Anche in questo caso terremo in forte considerazione il costo del materiale
Anche in questo caso ci limitiamo a selezionare solo 5 materiali polimerici: PMMA, PA, PP, PE e PC.

Valori materiali:

	Modulo elastico (GPa)	Allungamento (%)	Limite elastico (Mpa)	Costo	Resistenza fiamma	Accetta colore
Valore max	4	50	60	1	No	No
Valore min	1	500	10	5	Si	Si
Materiale						
PMMA	3,02	6	63,1	1,5	No	Si
PA	2,59	65	61,15	3,6	Si	Si
PP	1,22	350	28,95	0,9	No	Si
PE	0,71	500	19,5	2	No	Si
PC	2,32	110	64,05	4,2	Si	Si

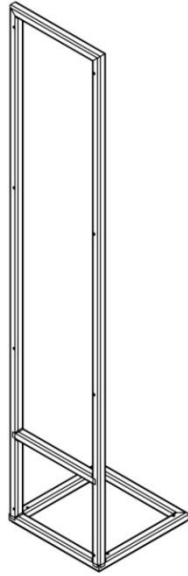
Voti assegnati:

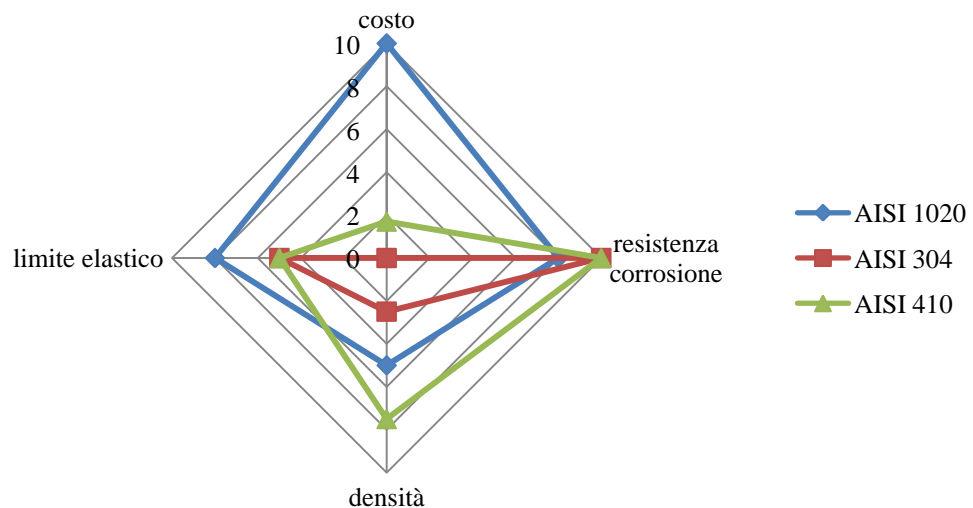
	Modulo elastico	Allungamento	Limite elastico	Costo	Resistenza fiamma	Accetta colore
Valore max	3	50	60	1	No	No
Valore min	1	500	10	5	Si	Si
Materiale						
PMMA	10	10	10	8	0	10
PA	7,9	9,7	10	3,5	10	10
PP	2	6,6	3,8	10	0	10
PE	0	0	1,9	7,5	0	10
PC	6,6	8,7	10	2	10	10

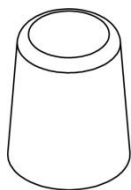
Dalla tabella possiamo, subito, scartare il PMMA in quanto tende a bruciare molto facilmente, insieme a PP e PE, in quanto anch'essi hanno ricevuto voto 0 nella resistenza alla fiamma. Analizzeremo meglio i materiali rimasti PA e PC con un grafico radar.

Dal grafico possiamo facilmente notare che i due materiali si equilibrano abbastanza. Controllando, le resistenza alla fiamma dei due materiali ci rendiamo conto che il PC è leggermente migliore rispetto alla PA. Inoltre la produzione di PC in lastra risulta essere facilmente reperibile sul mercato con estrema facilità rispetto a quella della PA.
Pertanto ipotizziamo di eseguire le scocche in Policarbonato.

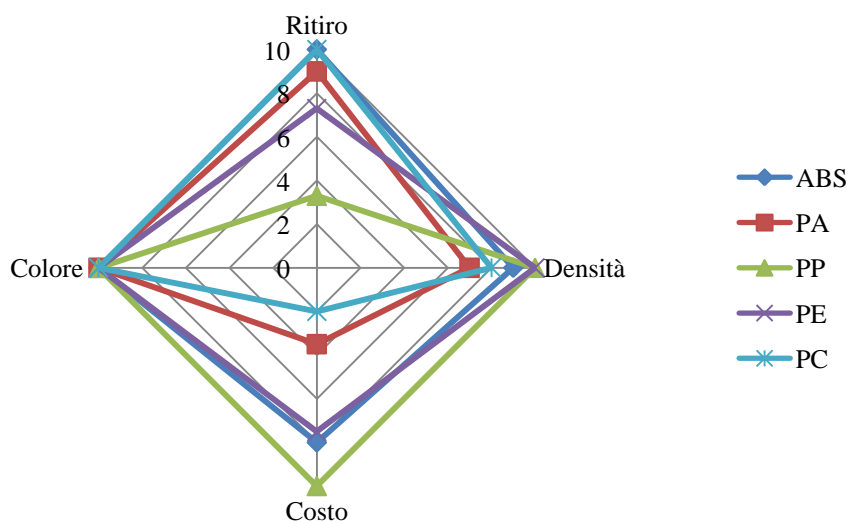
7.2.1 Metodo di selezione componenti elemento sostegno estintore

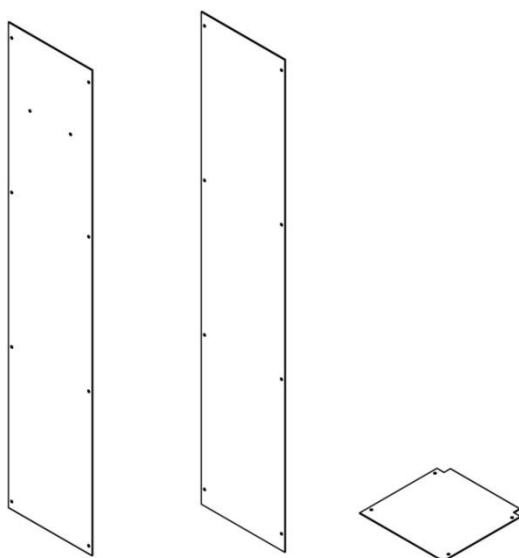
Ora applicheremo il metodo di selezione ai componenti dell'elemento di sostegno dell'estintore.

Struttura saldata

La caratteristica più importante di questo componente è che venga prodotto in economia.
Poi valuteremo la resistenza alla corrosione e il peso che avrà. Infine, come ultima caratteristica valuteremo il coefficiente elastico.
I materiali che confronteremo sono tre: acciaio basso legato AISI 1020, acciai inossidabili AISI 304 e AISI 410 martensitico.

Materiale	Costo [€/Kg]	Resistenza alla corrosione	Densità	Limite elastico
AISI 1020	10	8	5	8
AISI 304	0	10	2,5	5
AISI 410	1,7	10	7,5	5

Scartiamo subito l'AISI 304 perché ha un valore 0, è troppo costoso.
Vediamo chiaramente che l'AISI 1020 eccelle nel settore più importante, quello del costo, mantenendo ottimi risultati nelle altre caratteristiche offrendo ottima resistenza meccanica e alla corrosione a un ottimo prezzo.
La nostra scelta cadrà quindi sull'AISI 1020.
Utilizzeremo questo acciaio anche per la lamiera d'appoggio dell'estintore.

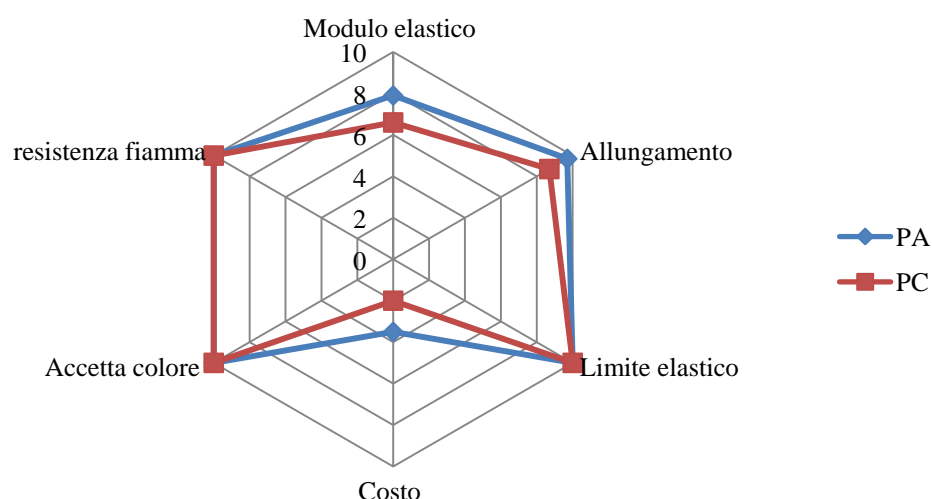
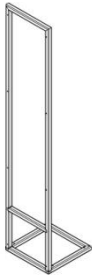
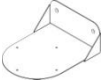
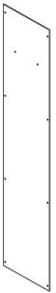
Inserto per aggancio base estintore

Questo componente riveste una pura funzione di centraggio e bloccaggio antirotazionale dell'estintore sulla piastra. La conicità dello stesso ci permette di non necessitare di tolleranze molto ristrette.
Valuteremo il ritiro, ma non sarà un fattore determinante per la scelta del polimero. Il fattore più importante sarà quindi il costo in stretta relazione con la densità del materiale stesso.
La colorabilità del componente e la finitura estetica del componente risultano fattori molto marginali.
In questo caso non valuteremo la resistenza alla fiamma, in quanto il materiale non risulterebbe a contatto con la stessa.
Per velocizzare il tutto esprimeremo i valori da subito normalizzati.

Materiale	Ritiro %	Densità	Costo	Accetta colore
ABS	10	9	8	10
PA caricato 30%vetro	9	7	3,5	10
PP	3,3	10	10	10
PE	7,3	10	7,5	10
PC	10	8	2	10

Possiamo subito notare che tutti i materiali hanno ottimi voti. Iniziamo a scartare, però, PA e PC per il costo elevato. Poi, sapendo l'importanza del ritiro e il costo connesso scegliamo senza dubbio l'ABS che ha un basso ritiro e un basso costo.

Pannellature

La caratteristica fondamentale di questo componente è la color abilità dello stesso, in relazione al costo. In quanto il componente riveste una funzione fortemente estetica. Terremo anche in considerazione il limite elastico per evitare che i pannelli non si deformino in maniera permanente. Anche in questo caso ci limitiamo a selezionare solo 5 materiali polimerici: PMMA, PA, PP, PE e PC.

Voti assegnati:

Materiale	Limite elastico	Costo	Resistenza fiamma	Accetta colore
PMMA	10	8	0	10
PA	10	3,5	10	10
PP	3,8	10	0	10
PE	1,9	7,5	0	10
PC	10	2	10	10

Dalla tabella possiamo, subito, scartare il PMMA in quanto tende a bruciare molto facilmente, insieme a PP e PE, in quanto anch'essi hanno ricevuto voto 0 nella resistenza alla fiamma. Analizzeremo meglio i materiali rimasti PA e PC con un grafico radar.

Dal grafico possiamo facilmente notare che i due materiali si equilibrano abbastanza. Sceglieremo il PC in quanto presenta un costo inferiore.

RIASSUMENDO: COMPONENTI ESTINTORE

Disegno	Componente	Materiale	Processo
	Copertura superiore	PA 30%fibra vetro	Stampaggio a iniezione
	Base inferiore	PA 30%fibra vetro	Stampaggio a iniezione
	Leva superiore	PA 30%fibra vetro	Stampaggio a iniezione
	Gabbietta	ABS	Stampaggio a iniezione
	Estrattore manichetta	PC	Stampaggio a iniezione
	Sigillo di sicurezza	PC	Stampaggio a iniezione
	Parete laterale	PC	Estrusione in lastra e tranciatura
	Supporto verticale	AISI 1020	Estrusione e lavorazioni meccaniche di finitura
	Supporto orizzontale	AISI 1020	Lamiera lavorata

RIASSUMENDO: COMPONENTI SOSTEGNO ESTINTORE

Disegno	Componente	Materiale	Processo
	Struttura saldata	AISI 1020	Estrusione, forature e saldatura.
	Lamiera d'appoggio	AISI 1020	Tranciatura, forature, svasatura e piegatura.
	Inserto per aggancio base estintore	ABS	Stampaggio a iniezione
	Pannello alto_fronte	PC	Estrusione in lastra e tranciatura/foratura
	Pannello alto_retro	PC	Estrusione in lastra e tranciatura/foratura
	Pannello basso	PC	Estrusione in lastra e tranciatura/foratura

7.3 SCHEDE DEI MATERIALI

Riporteremo in queste pagine le schede tecniche dei materiali selezionati nella fase precedente. (tratte da CES material selector 4.5_edu-level 1)

Poliammide (PA) caricata 30% fibra di vetro

Proprietà generali:

Density	1320-1340	kg/m^3
Price	3.46-3.81	€/kg
Recycle fraction	*0.09-0.11	
CO2 creation	*7.68-8.49	Kg/kg
Production Energy	*109-121	MJ/kg

Proprietà meccaniche:

Young's Modulus	8.21-8.62	GPa
Shear Modulus	*3.041-3.193	GPa
Bulk modulus	*9.122-9.578	GPa
Poisson's Ratio	0.34-0.36	
Hardness - Vickers	*33.1-36.5	HV
Elastic Limit	*110.4-121.6	MPa
Tensile Strength	*138-152	MPa
Compressive Strength	*132.5-145.9	MPa
Elongation	4.65-5.38	%
Endurance Limit	*50.87-66.13	MPa
Fracture Toughness	*4.737-6.401	$MPa.m^{1/2}$
Loss Coefficient	*$8.855e^{-3}$-$9.163e^{-3}$	
Modulus of rupture	*193.2-212.8	MPa
Shape factor	6.6	

Resistenze:

Flammability	Average
Fresh Water	Very Good
Sea Water	Very Good
Weak Acid	Good
Strong Acid	Poor
Weak Alkalis	Very Good
Strong Alkalis	Good
Organic Solvents	Average
UV	Average
Oxidation at 500C	Very Poor

Proprietà ottiche:

Transparency	Opaque

I valori marcati con * sono stimati

Impatto ambientale/riciclo:
Largo impiego trova il riciclo delle poliammidi da pre-consumo, che attraverso un percorso di polimerizzazione diventano nuovo materiale e compound. La materia prima seconda si ottiene principalmente dal riciclo di:
pre-consumo: sfridi di lavorazione e scarti di produzione.
post-consumo: componenti e accessori di veicoli, arredi ed altri beni durevoli

Informazioni di supporto:
Le poliammidi hanno un rivestimento esterno duro, forte e hanno un basso coefficiente di attrito, con proprietà utili in un ampio range di temperatura (-80 a +120 C). Essi sono ottimi per stampaggio a iniezione, macchine e finitura, possono essere legati termicamente o a ultrasuoni, o uniti con resina epossidica, fenolica o adesivi in poliestere. Le fibre di nylon sono forti, tenaci, elastiche e brillanti sono facilmente giuntabili in fili o in miscela con altri materiali. Le poliammidi, inoltre, hanno scarsa resistenza agli acidi forti, agenti ossidanti e solventi, in particolare nelle versioni trasparenti.

Acrilonitrile butadiene stirene (ABS)

Proprietà generali:

Density	1010-1210	kg/m^3
Price	2.12-2.33	€/kg
Recycle fraction	*0.45-0.55	
CO2 creation	*2.8-3.09	Kg/kg
Production Energy	*85.5-94.5	MJ/kg

Proprietà meccaniche:

Young's Modulus	1.1-2.9	GPa
Shear Modulus	0.3189-1.032	GPa
Bulk modulus	*2.768-2.906	GPa
Poisson's Ratio	0.3908-0.422	
Hardness - Vickers	*5.6-15.3	HV
Elastic Limit	18.5-51	MPa
Tensile Strength	30.3-43.4	MPa
Compressive Strength	31-55.2	MPa
Elongation	5-75	%
Endurance Limit	12.12-17.36	MPa
Fracture Toughness	1.186-3.558	MPa.m ^1/2
Loss Coefficient	0.01666-0.03884	

Resistenze:

Flammability	Poor
Fresh Water	Very Good
Sea Water	Very Good
Weak Acid	Good
Strong Acid	Average
Weak Alkalis	Good
Strong Alkalis	Good
Organic Solvents	Poor
UV	Average
Oxidation at 500C	Very Poor

Proprietà ottiche:

Transparency	Opaque

I valori marcati con * sono stimati

Impatto ambientale/riciclo:
Il materiale è facilmente riciclabile se non contaminato da altre tipologie di plastiche non compatibili.
Molte grandi società produttrici di ABS e di apparecchiature elettriche ed elettroniche sono coinvolte in programmi di riciclo di questo polimero. Sono diverse le sperimentazioni nel campo della telefonia, dove l'ABS riciclato dai telefoni viene nuovamente utilizzato per i medesimi prodotti. La raccolta differenziata di questo materiale è resa possibile dalla specificità delle applicazioni e già oggi una parte dell'ABS utilizzato per computer, telefoni ed altri impieghi viene riciclato.

Informazioni di supporto:
L'ABS è un terpolimero - eseguito dalla copolimerizzazione di 3 monomeri: acrilonitrile, butadiene e stirene. L'acrilonitrile conferisce resistenza termica e chimica, la gomma butadiene dà duttilità e resistenza, lo stirene conferisce alla superficie lucidità. Inoltre è un prodotto di facile lavorabilità e adatto allo stampaggio a iniezione. Risulta ottimale anche per il suo basso costo la facilità di lavorazione e un costo inferiore.

Policarbonato (PC)

Proprietà generali:

Density	1140-1210	kg/m^3
Price	*3.0-3.4	€/kg
CO2 creation	*3.8-4.2	kg/kg
Production Energy	*105-116	MJ/kg
Recycle Fraction	*0.45-0.55	

Resistenze:

Flammability	Good
Fresh Water	Very Good
Sea Water	Very Good
Weak Acid	Good
Strong Acid	Average
Weak Alkalis	Average
Strong Alkalis	Average
Organic Solvents	Poor
UV	Good
Oxidation at 500C	Very Poor

Proprietà meccaniche:

Young's Modulus	2-2.44	GPa
Shear Modulus	0.7891-0.872	GPa
Bulk modulus	3.7-3.9	GPa
Poisson's Ratio	0.3912-0.4082	
Hardness - Vickers	17.7-21.7	HV
Elastic Limit	59-70	MPa
Tensile Strength	60-72.4	MPa
Compressive Strength	69-86.88	MPa
Elongation	70-150	%
Endurance Limit	22.14-30.81	MPa
Fracture Toughness	2.1-4.602	MPa.m^1/2
Loss Coefficient	0.01639-0.0181	

Proprietà ottiche:

Transparency	Optical Quality

I valori marcati con * sono stimati

Impatto ambientale/riciclo:
Il riciclo del PC post-consumo non è ancora molto diffuso, a causa della difficoltà di reperimento.
La materia prima seconda si ottiene principalmente dal riciclo di:
pre-consumo: sfridi di lavorazione e scarti di produzione.
Le sperimentazioni ad oggi avviate hanno dimostrato che il prodotto riciclato presenta caratteristiche fisiche molto simili al vergine, a discapito però delle proprietà estetiche (trasparenza) che risultano sensibilmente peggiori.
Vogliamo far notare che per ogni Kg di PC vergine sostituito con PC riciclato o rigenerato, vengono risparmiati 5,45 kg di materie prime.

Informazioni di supporto:
I manufatti in PC vengono solitamente realizzati per stampaggio ad iniezione, soffiaggio ed estrusione e possono essere successivamente lavorati con le attrezzature standard per la falegnameria e la metallurgia senza riportare spaccature, scheggiature, rotture di alcun genere. I film e le fibre sono ottenuti per estrusione o da soluzione. I primi posso essere successivamente termoformati, e come gli altri semilavorati realizzati in PC si incollano facilmente con collanti epossidici e si saldano ad ultrasuoni.

AISI 1020

Proprietà generali:

Density	7800-7900	kg/m^3
Price	0.3732-0,6717	€/kg
Recycle fraction	*0.8-0.9	
CO2 creation	*1.9-2.1	Kg/kg
Production Energy	*22.4-24.8	MJ/kg

Resistenze:

Flammability	Very Good
Fresh Water	Good
Sea Water	Average
Weak Acid	Average
Strong Acid	Poor
Weak Alkalis	Good
Strong Alkalis	Average
Organic Solvents	Very Good
UV	Very Good
Oxidation at 500C	Good

Proprietà meccaniche:

Young's Modulus	200-215	GPa
Shear Modulus	79-84	GPa
Bulk modulus	158-175	GPa
Poisson's Ratio	0.285-0.295	
Hardness - Vickers	107.5-172.5	HV
Elastic Limit	250-395	MPa
Tensile Strength	345-580	MPa
Compressive Strength	250-395	MPa
Elongation	26-47	%
Endurance Limit	*203-293	MPa
Fracture Toughness	*41-82	$MPa.m^{1/2}$
Loss Coefficient	$*8.9e^{-3}1.42e^{-3}$	
Modulus of Rupture	265-325	MPa
Shape factor	61	

Proprietà ottiche:

Transparency	Opaque

I valori marcati con * sono stimati

Impatto ambientale/riciclo:
Il riciclo di questo materiale è molto interessante. Si pensi che, in Italia, la materia prima seconda recuperata **pre-consumo** costituisce più di un terzo del totale avviato al consumo ed è rappresentato in larga parte da cascami (ritagli, lamiere, lamierini, torniture) derivanti dalle lavorazioni effettuate presso le industrie e le officine meccaniche. Un altro terzo viene recuperato post-consumo attraverso la rottamazione di autoveicoli, elettrodomestici o altri beni durevoli, oppure attraverso la raccolta di imballaggi in acciaio e banda stagnata.

Informazioni di supporto:
Gli acciai basso-legati presentano maggiore resistenza all'abrasione, più elevata tenacità e migliore resistenza alle alte temperature rispetto agli acciai al solo carbonio. Questi acciai vengono usati per applicazioni in cui sono richieste durezza e resistenza.

8 ENGINEERING: CALCOLO DEI COSTI

Nel capitolo finale sull'engineering del prodotto, andremo a trattare i costi di produzione ed il loro calcolo.
Per la realizzazione di un progetto, individuare i costi di produzione, non significa semplicemente quale sarà il costo dei singoli pezzi, ma soprattutto conoscere bene il costo delle attrezzature per realizzarli e della manodopera utile durante il processo di produzione.

Scopo
La valutazione che andremo ad eseguire segue una metodologia semplice, ma analitica. Gli scopi principali sono i seguenti:

- Preventivazione dei costi di processo, produzione e assemblaggio
- Scelte riguardanti i processi ed eventuale confronto tra diverse soluzioni costruttive
- Analisi degli investimenti produttivi
- Consapevolezza delle risorse da gestire, della configurazione del sistema e della programmazione della produzione
- Eventuali analisi di contabilità

Obiettivi
Gli obiettivi di questa valutazione sono sostanzialmente tre:
Il primo è quello della determinazione di valori significativi delle principali voci di costo. Poi troviamo la comprensione delle leve di costo significative, punto fondamentale ai fini dell'ottimizzazione del progetto. Infine troviamo la possibilità di fare un confronto economico tra diverse soluzioni progettuali.
Ecco quindi i parametri che troviamo da una valutazione dei costi:

- Materiali diretti: costo materiale [€/Kg] x quantità di materiale [Kg]
- Manodopera diretta: costo orario [€/h] x tempo ciclo [h]
- Costi indiretti:
    - Costo orario delle macchine [€/h] x tempo ciclo [h]
    - Costo delle attrezzature [€] / volume di produzione
    - Incremento di vario genere

8.1 Calcolo dei costi degli stampati

Nel seguente paragrafo valuteremo il costo dei componenti che verranno stampati con tecnologia ad iniezione.

Costi dello stampaggio a iniezione

Questa procedura è suddivisa in tre fasi:
(tutte le tabelle e le formule derivano dagli studi di Boothroyd)

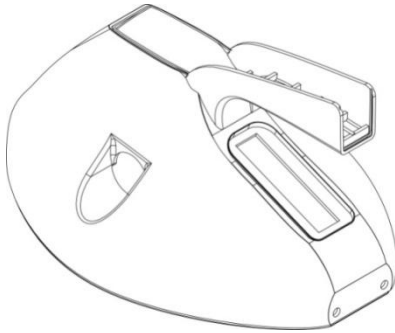
1. **Impostazione del processo**
   Qui stabiliremo i parametri di partenza.
   Per prima cosa bisogna configurare lo stampo, indicandone la linea di divisione, la forma delle impronte, i relativi estrattori e il numero complessivo delle impronte. A seguire calcoleremo due parametri fondamentali: volume d'iniezione e area proiettata. I calcoli finali di questa fase riguarderanno le dimensioni totali dello stampo ed il dimensionamento della pressa.

2. **Stima del tempo ciclo**
   Qui valuteremo il tempo ciclo totale in secondi.
   Il tempo ciclo è la somma di tre componenti: tempo di iniezione, di raffreddamento e di reset della macchina. Tutti e tre i tempi dipendono da un numeroso insieme di fattori che affronteremo durante il calcolo.

3. **Valutazione dei costi**
   Qui ricaviamo le tre principali voci di costo che sommate andranno ad indicare il costo totale del componente analizzato.
   Per primo ricaveremo il costo del materiale al pezzo, poi il costo d'esercizio della manodopera, dalla pressa e dai costi indiretti, infine il costo dello stampo, che ha un peso fondamentale sul costo totale del manufatto.

8.1.1 CALCOLO DEI COSTI DEI COMPONENTI ESTINTORE

Anche in questo caso suddivideremo l'analisi in due paragrafi: estintore e sostegno estintore.

Calcolo dei costi della copertura superiore

Dati sul componente:

- Materiale: PA caricato 30% fibra di vetro
- Finitura superficiale: SPE#2opaco
- Spessore medio: 2mm
- Volume i produzione ipotizzato: 50000pz/anno
- Tolleranze: ±0,1

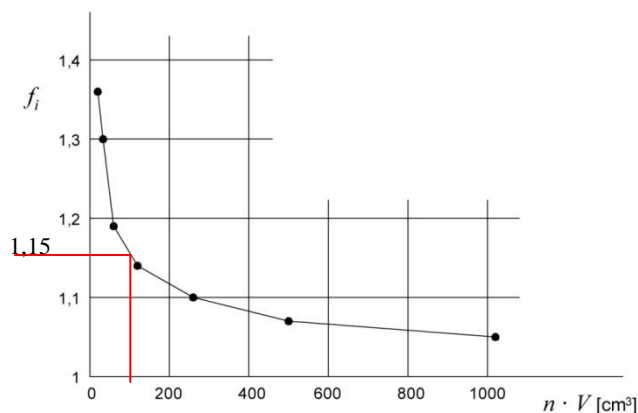
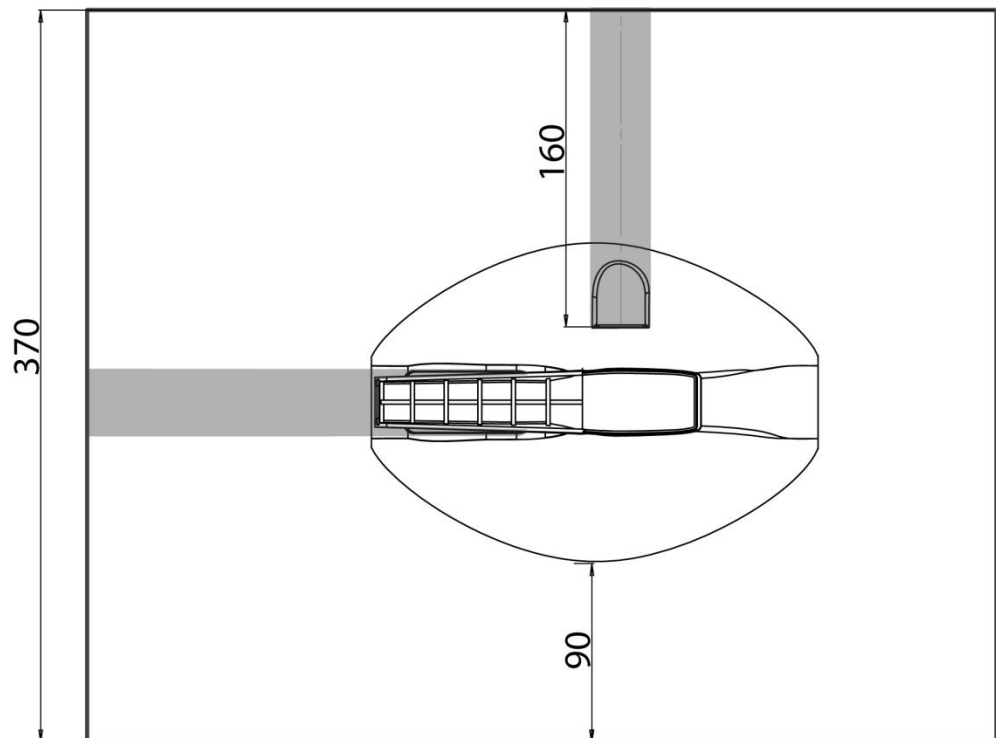
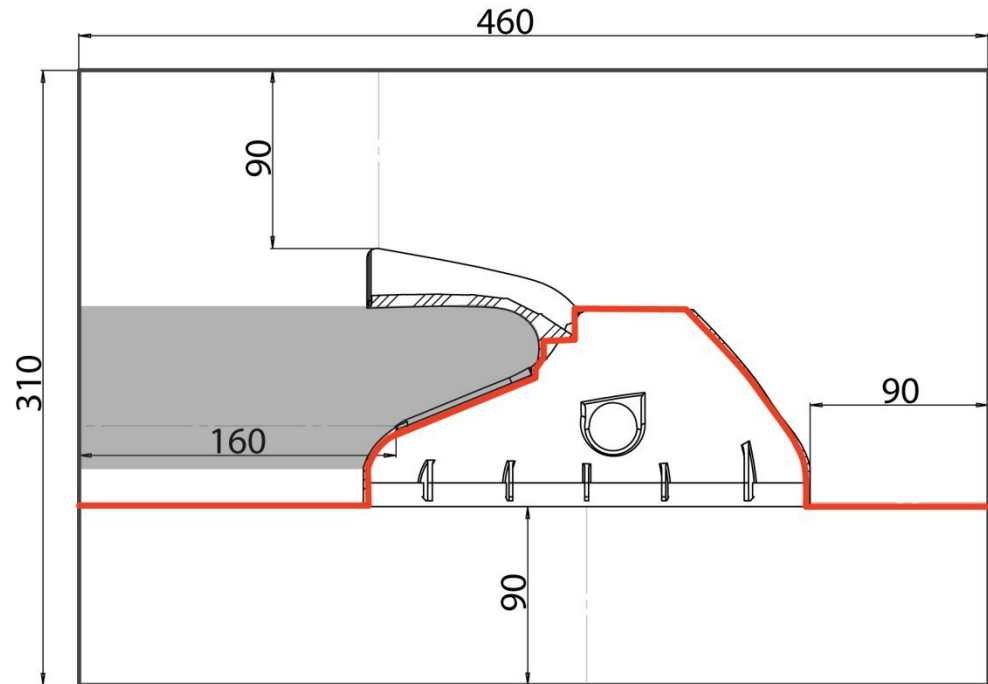
Calcolo dei parametri principali sullo stampo:

- Area proiettata sullo stampo A_p: 282cm^2
- Volume totale oggetto V_{tot}: (nxV):116cm^3

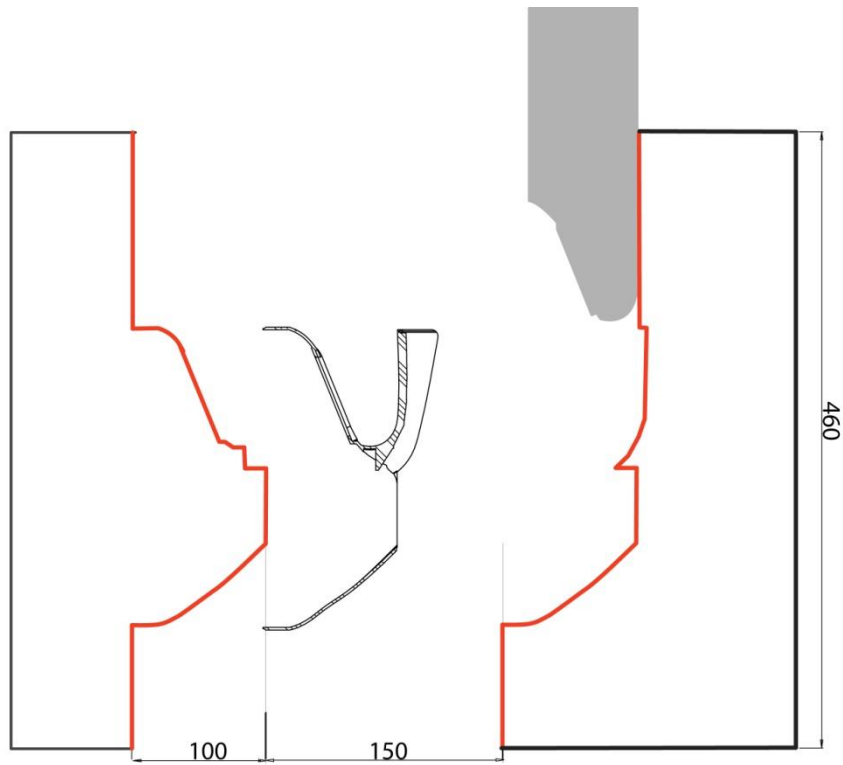
Dove: n=numero impronte=1

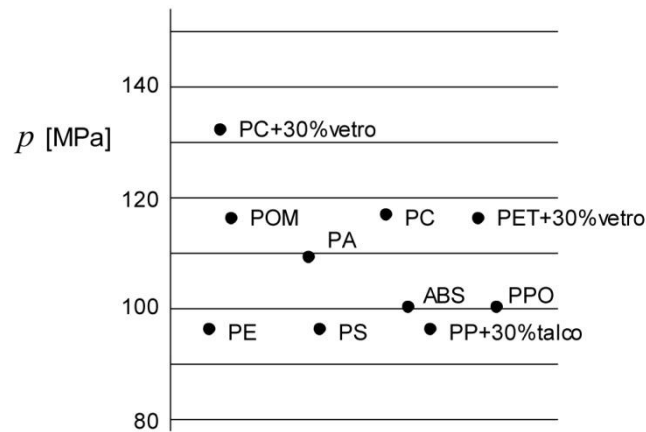
Ora dal grafico sapendo il volume complessivo calcoleremo un fattore di incremento (f_i) che ci servirà per calcolare i parametri successivi.

f_i=1,15

- Volume di iniezione: $V_i = V_{tot} \times f_i \approx$ 133,4 cm^3
- Area proiettata complessiva: $A_i = f_i \times n \times A \approx$ 324,3 cm^2

Analizzeremo ora il layout dello stampo. Secondo le regole dobbiamo lasciare 75mm da ogni lato dello stampo e aggiungere 5mm ogni 100cm^2 di area proiettata.
Lasceremo quindi 90mm per lato fatta eccezione per il lato con carrello che occuperanno 160mm.
Come preannunciato nei calcoli utilizzeremo uno stampo ad un'impronta.
In rosso evidenziamo la linea di divisione dello stampo.

Dalla messa in tavola dello stampo otteniamo le dimensioni delle piastre: 310x460x370mm

I parametri delle piastre sono:

- Area frontale (A_b): 46x37=1702cm^2
- Altezza delle piastre (h_b): 31cm

- Corsa richiesta (l): 2xh(altezza dello stampato) + 50=250mm

Dimensionamento pressa

Dalla tabella possiamo osservare che la pressione di iniezione per le PA è di p=110Mpa

La forza di chiusura richiesta (F_r) sarà data dalla formula:

$$F_r = f_p \times p\ [Pa] \times A_i\ [m^2]\quad [KN]$$

Dove: $f_p \approx 0,5$: è il fattore di riduzione delle perdite di pressione nel sistema di iniezione

Quindi la forza richiesta è pari a:

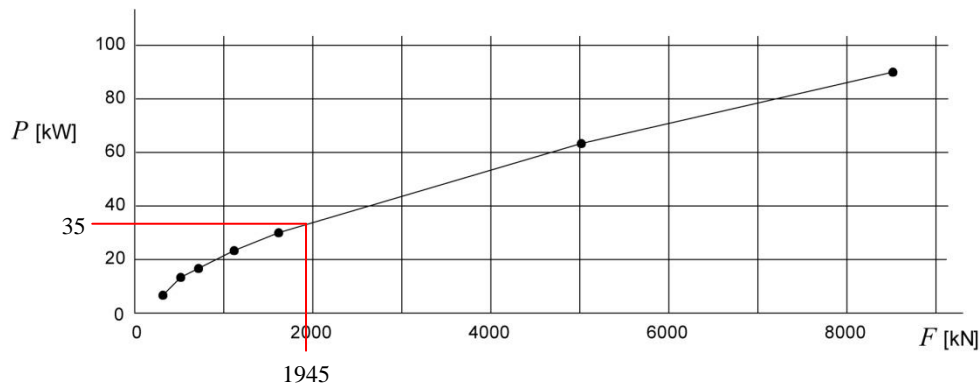
$0,5 \times 110(\times 10^6)Mpa \times 0,03243m^2 = 1945800N = 1945KN$

Quindi avremmo bisogno di una pressa da 2000KN. Commercialmente troviamo presse da 1600KN o 5000KN. Probabilmente andremo a stampare con la prima per non gestire gli alti costi della seconda.

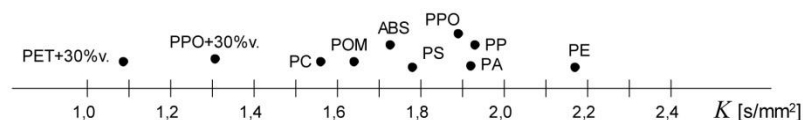
Stima del tempo ciclo

Il tempo ciclo (t) viene valutato con la formula $t=t_f+t_c+t_r$ [s]
Dove:

<u>t_f = tempo di iniezione</u>

$$t_f = \frac{2 \text{ x } V_i \text{ x } p}{P}$$ dove P[W] è la potenza della pressa

Dal grafico ricaviamo la P[W], potenza della pressa, conoscendo la forza richiesta in [KN] ovvero 35kW.
avremo quindi:
$t_f = 2 \text{ x } (133{,}4\text{x}10^{-6})[m^3] \text{ x } (110\text{x}10^6)[Pa] / 35000 \text{ [W]}=0{,}85s \approx 1s$

<u>t_c= tempo di raffreddamento</u>

$t_c=s^2_{max} \text{ x } K$
dove K è un coefficiente del materiale preso dalla tabella e s_{max} è lo spessore massimo del pezzo

t_c=4 x 1,9=7,6 s

<u>t_r =tempo di reset (apertura, espulsione, chiusura)</u>

	Forma piatta	Forma a scatola	Forma cilindrica
Apertura stampo	2	2,5	3
Espulsione	0	1,5	3
Chiusura stampo	1	1	1

Il tempo di reset è valutabile come somma dei tempi parziali da tabella, nel nostro caso avremo 5 s a cui aggiungeremo 4 s per i due inserti (carrelli): quindi 9s

Quindi il nostro tempo ciclo sarà: $t_f+t_c+t_r$ = 17,6 s ≈18s

Ora inizieremo a calcolare i costi

Costo del materiale per unità di prodotto
$C_{mat}= c_{mat} \times (V_i / n)$ [€]

Dove:
c_{mat} [€/dm^3] rappresenta il costo del materiale al dm^3
$c_{mat}= \rho \times c_{mat\ x\ M}$
dove: ρ [Kg/dm^3] è la densità del materiale e $c_{mat\ x\ M}$ [€/dm^3] è il costo del materiale per unità di massa
Quindi:
c_{mat}=1,33 [Kg/dm^3] x 3,6 [€/Kg] = 4,8 €/dm^3
C_{mat}=4,8 [€/dm^3] x 0,133 [dm^3] = 0,63 € al pezzo

Il costo del materiale al pezzo rientra pienamente nei limiti che ci eravamo prefissati.

Costo di esercizio per unità di prodotto

$C_{es} = c_{es} \times t/n$
Dove:
c_{es} è il costo orario di esercizio (manodopera, macchina, indiretti)
$c_{es}= K_1 + K_2 \times F$
Dove:
K_1=fattore di costo operatore= 25€/h
K_2=fattore di costo macchina= 0,01€/(h x KN)
Quindi:
c_{es}= 25 + (0,01 x 1945) = 44,45€/h
C_{es}=44,45 x (18/3600)=0,22€ al pezzo

Anche il costo di esercizio rispecchia i parametri prefissati

Costo dello stampo
Il costo dello stampo è dato dalla somma di diversi voci:
$C_{st} = C_b + C_{lb} + C_{li}$ [€]

Dove:
C_b è il costo delle piastre grezze espresso in €
C_{lb} è il costo della lavorazione preparatoria delle piastre
C_{li} è il costo di lavorazione delle impronte

Costo delle piastre e lavorazione
C_b= densità x volume= $1000 + 0,45 \times A_b \times h_b^{0,4}$
=1000 + 0,45 x 1702 x 3,9≈ 4025€
Secondo Boothroyd $C_b \approx C_{lb}$,di conseguenza C_{lb}= 4025€

Costo di lavorazione delle impronte
$C_{li} \approx C_{lav} \times T_{lav} \times n^k$
Dove:
k=0,7 (fattore di correzione nel caso di impronte multiple)
C_{lav} è il costo orario di lavorazione (circa 40€/h)
T_{lav} è il tempo di lavorazione espresso in [h]

Tempo di lavorazione delle impronte

Il tempo di lavorazione delle impronte è composto da diverse tempistiche:

$T_{lav} = T_{lav,esp} + T_{lav,dim} + T_{lav,geo} + T_{lav,extra}$ [h]

- $T_{lav,esp}$ tempo di lavorazione degli espulsori
- $T_{lav,dim}$ tempo di lavorazione associate alle dimensioni del pezzo
- $T_{lav,geo}$ tempo associato alla complessità geometrica dell'impronta
- $T_{lav,extra}$ tempo di lavorazione associato alle lavorazioni per dispositivi di estrazione, texture, superfici a elevata finitura, tolleranze ristrette, superfici di divisione complesse.

Lavorazione degli espulsori

$T_{lav,esp} \approx 2,5 \times (A_i/n)^{0,5}$ dove A_i è espresso in cm^2

Quindi:

$T_{lav,esp} \approx 2,5 \times (324,3)^{0,5} \approx 45$ [h]

Lavorazione dimensionale

$T_{lav,dim} \approx 5 + 0,085 \times (A_i/n)^{1,2}$ dove A_i è espresso in cm^2

Quindi:

$T_{lav,dim} \approx 5 + 0,085 \times (324,3)^{1,2} \approx 92$ [h]

Lavorazione geometrica

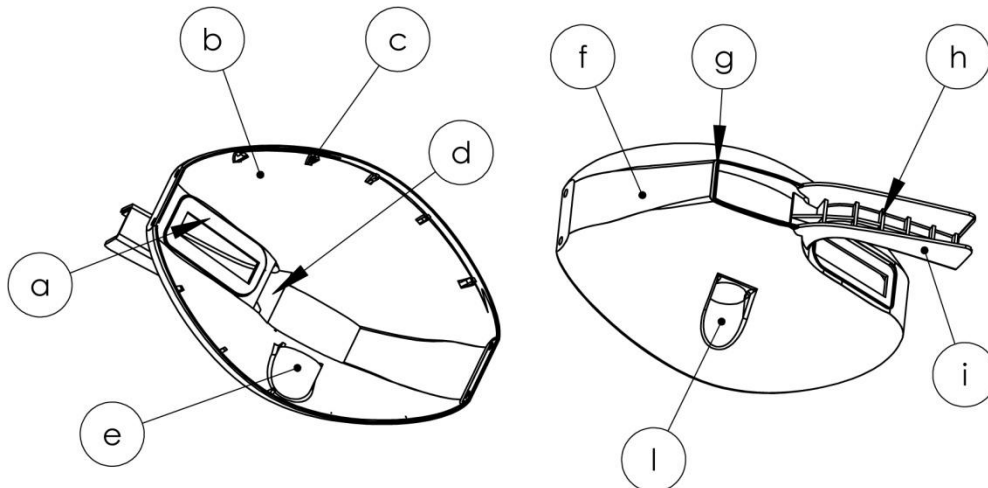
$T_{lav,geo} \approx 5,8 \times (X_i + X_e)^{1,25}$

Dove:

i fattori x sono indici di complessità geometrica:

X_i = (n°superfici lato espulsore - interno) x0,1

X_e= (n°superfici lato iniezione - esterno) x0,1

Quindi:

n°superfici lato espulsore		n°superfici lato iniezione	
a	10 (superfici precise)	f	6 (superfici laterali)
b	8 (superfici interne)	g	3 (doppio profilo)
c	50 (snap)	h	38 (nervature)
d	5 (nervature)	i	5 (superfici esterne)
e	4 (cannocchiale manometro)	l	2 (cannocchiale manometro)

$X_i = 7,7$; $X_e = 5,4$

$T_{lav,geo} \approx 5,8 \times (7,7 + 5,4)^{1,25} = 144$ [h]

Lavorazioni extra
Elenchiamo di seguito diverse indicazioni per calcolare I tempi di lavorazioni aggiuntive:

- Per ogni dispositivo di estrazione di sottosquadri esterni (serie di carrelli esterni sullo stesso lato dello stampo): 50÷80h
- Per ogni dispositivo di estrazione di sottosquadri interni: 100÷200h
- Per ogni dispositivo di estrazione di anime filettate (con azionamento comune a più anime): 200÷300h
- Per texture o caratteri: ~5% ($T_{lav,dim} + T_{lav,geo}$)
- Per superfici di elevata finitura frazione di ($T_{lav,dim} + T_{lav,geo}$):
    - Superfici non critiche (SPE#4)→10%
    - Superfici opache standard (SPE#3)→15%
    - Superfici trasparenti standard (SPE#3)→20%
    - Superfici opache, alta qualità (SPE#2)→25%
    - Superfici trasparenti, alta qualità (SPE#2)→30%
    - Superfici trasparenti di qualità ottica (SPE#1)→40%

Quindi:
200[h] per i 2 carrelli interni
36 [h] per finitura di superficie opaca standard (SPE#3) (15%(92 + 144))

$T_{lav,extra}$=236 [h]

Tempo di lavorazione totale dello stampo
$T_{lav} = T_{lav,esp} + T_{lav,dim} + T_{lav,geo} + T_{lav,extra}$ [h]
T_{lav} = 45 + 92 + 144 + 236 = 517 [h]

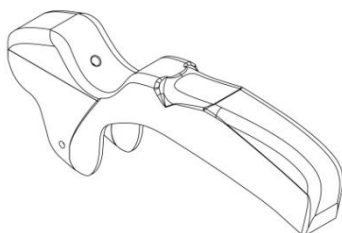
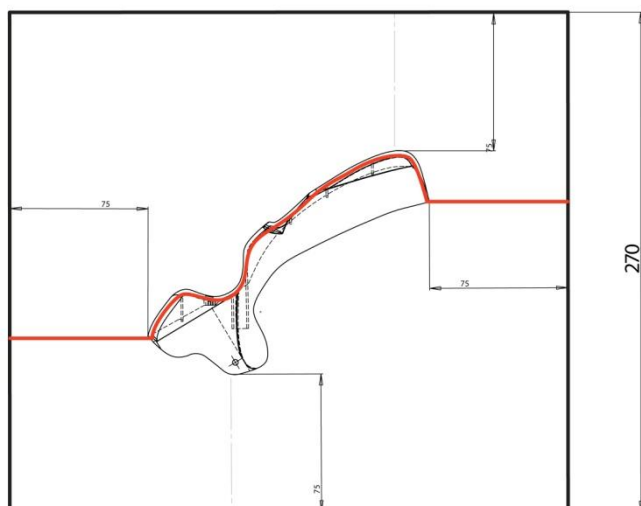
Costo di lavorazione impronte: $C_{li} \approx C_{lav} \times T_{lav}$ =40 x 517=~20680[€]

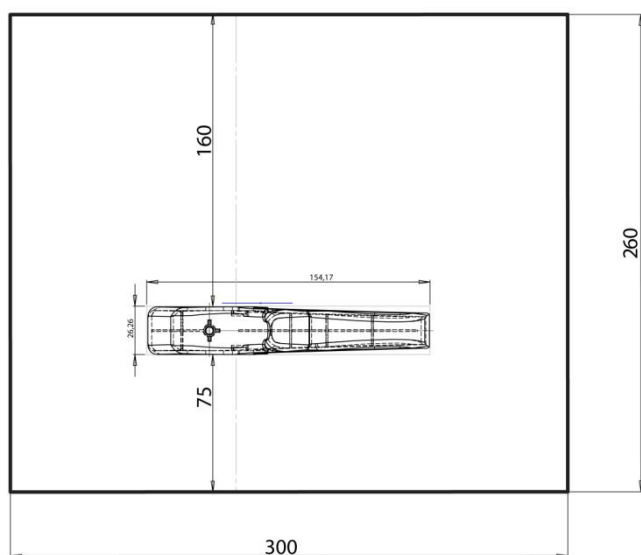
Costo totale dello stampo
$C_{st} = C_b + C_{lb} + C_{li}$ [€]
C_{st} = 4025+4025+20680= 28730[€]

Costo totale al pezzo
$C_p = C_{es} + C_{mat} + C_{st}/N$

N=volume di produzione=50000

C_p =0,22 + 0,36 + 28730/50000 = 1,42 €/pezzo

Leva superiore

Ora andremo a riassumere il processo applicato precedentemente alla leva superiore.
Il componente presenta una certa complessità geometrica data dalla superficie e dalle nervature interne.

Dati componente:
_Materiale: PA caricato 30% fibra di vetro
_Finitura: SPE # 2
_Spessore: 2mm
_Tolleranze: 0,1mm
_Volume di produzione: 50.000

Parametri principali:
_ A_p: 40,5 cm^2
_ V_{tot}: 29,672 cm^3
_ V_i: 41,54 cm^2
_ A_i: 56,7 cm^2

Parametri piastre:
_ A_b: (26x30)cm=780cm^2
_ h_b: 27cm
_ I: 16cm
_ forza pressa F=283KN

Tempo ciclo:
_ t_f =1,14 ≈1s
_ t_c = 7 s
_ t_r = 5 s
_ t = 13 s

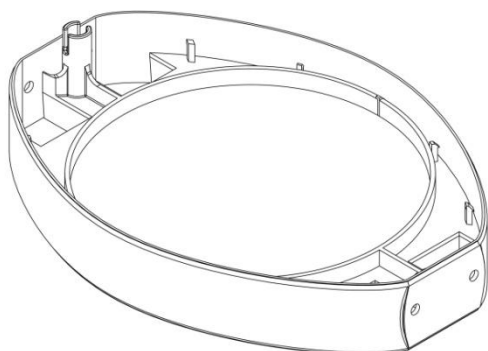
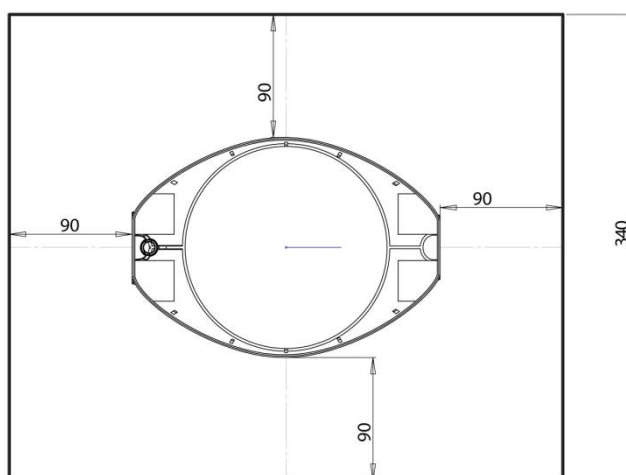
Costi materiali e esercizio
_ c_{mat} = 4,8 €/dm^3
_ c_{es} = 27 €/h
_ C_{mat} = 0,19€
_ C_{es} = 0,2€/h

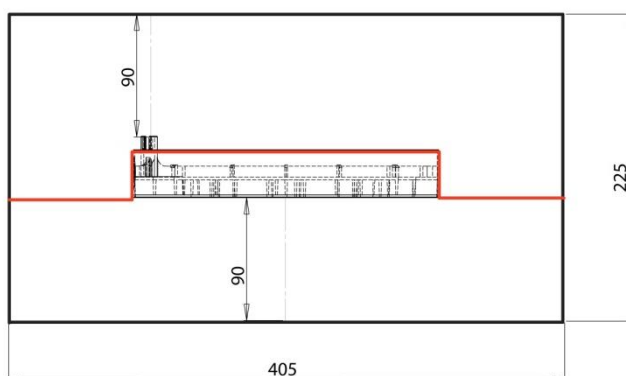
Costi dello stampo:
_ C_b = 2311€
_ C_{lb} = 2311€
_ C_{li} = 7520€
_ T_{lav} = 188 h
_ C_{st} = 12142€

Tempi lavorazione impronta:
_$T_{lav,esp}$ = 19h
_$T_{lav,dim}$ = 15h
_$T_{lav,geo}$ = 40h
_$T_{lav,extra}$ = 114h

Costo al pezzo:
$C_p = C_{mat} + C_{es} + C_{st}/N$ = 0,63€

Considerazioni:
Il costo finale dello pezzo stampato è adatto ad una produzione industriale.
Anche in questo caso ciò che fa lievitare i costi sono le lavorazioni extra. Potremmo, ad esempio, ipotizzare di eliminare il carrello per il foro di centraggio della spina di rotazione e riprendere il singolo pezzo sul centro di lavoro.

Base inferiore

Riassumeremo il processo finora applicato anche a questo componente.
Questo pezzo presenta una certa complessità data solamente dalle nervature interne, non presenta grosse complessità nella superficie esterna.

Dati componente:
_Materiale: PA caricato 30% fibra di vetro
_Finitura: SPE # 2
_Spessore: 2mm
_Tolleranze: 0,1mm
_Volume di produzione: 50.000

Parametri principali:
_ A_p: 282 cm^2
_ V_{tot}: 134,59 cm^3
_ V_i: 154,8 cm^2
_ A_i: 324,3 cm^2

Parametri piastre:
_ A_b: (34x40)cm=1360cm^2
_ h_b: 22,5cm
_ l: 23cm
_ forza pressa F=2000 (1783)KN

Tempo ciclo:
_ t_f =0,83 ≈1s
_ t_c = 8 s
_ t_r = 5 s
_ t = 14 s

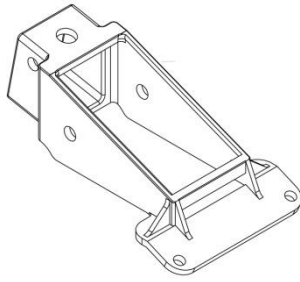
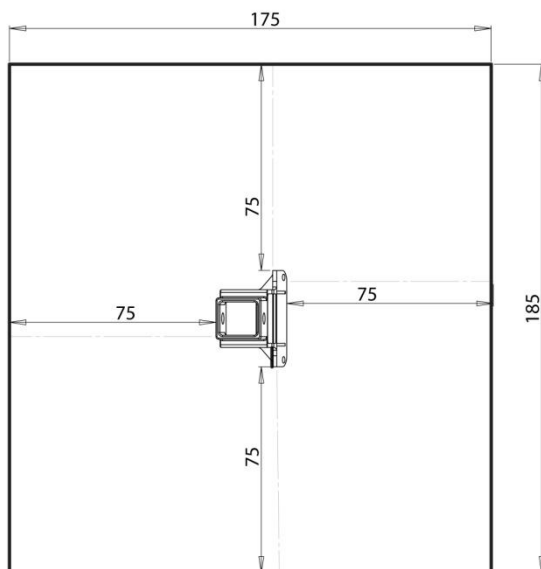
Costi materiali e esercizio
_ c_{mat} = 4,8 €/dm^3
_ c_{es} = 42,83 €/h
_ C_{mat} = 0,73 €/pz
_ C_{es} = 0,17€/pz.

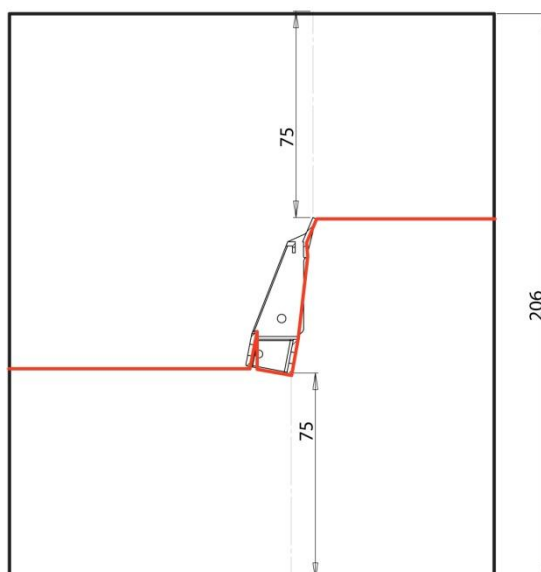
Costi dello stampo:
_ C_b = 3126€
_ C_{lb} = 3126€
_ C_{li} = 13360€
_ T_{lav} = 334 h
_ C_{st} = 19612€

Tempi lavorazione impronta:
_$T_{lav,esp}$ = 45h
_$T_{lav,dim}$ = 92h
_$T_{lav,geo}$ = 172h
_$T_{lav,extra}$ = 25h

Costo al pezzo:
$C_p = C_{mat} + C_{es} + C_{st}/N$ = 1,29€

Considerazioni:
Il costo finale dello pezzo stampato è adatto ad una produzione industriale.
In questo caso ciò che fa lievitare i costi sono le lavorazioni geometriche date dalla complessità delle nervature.
Potremmo, ad esempio, ipotizzare di ridurre il numero delle nervature o semplificarne la geometria.

Gabbietta d'appoggio

Riassumeremo il processo finora applicato anche a questo componente.
Il componente presenta una certa complessità data dalla dimensione ridotta, non presenta grosse complessità nella superficie esterna, inoltre, in questa fase non considereremo i eventuali carrelli per le forature interne.

Dati componente:
_Materiale: ABS
_Finitura: SPE # 4
_Spessore: 1,5mm
_Tolleranze: 0,1mm
_Volume di produzione: 50.000

Parametri principali:
_ A_p: 6 cm^2
_ V_{tot}: 3,29 cm^3
_ V_i: 4,45 cm^2
_ A_i: 8,1 cm^2

Parametri piastre:
_ A_b: (18,5x17,5)cm=323,75cm^2
_ h_b: 20cm
_ l: 21cm
_ forza pressa F=300 (40,5)KN

Tempo ciclo:
_ t_f =0,11 ≈1s
_ t_c = 4 s
_ t_r = 5 s
_ t = 10 s

Costi materiali e esercizio
_ c_{mat} = 2,2 €/dm^3
_ c_{es} = 28 €/h
_ C_{mat} = 0,09 €/pz
_ C_{es} = 0,07€/pz.

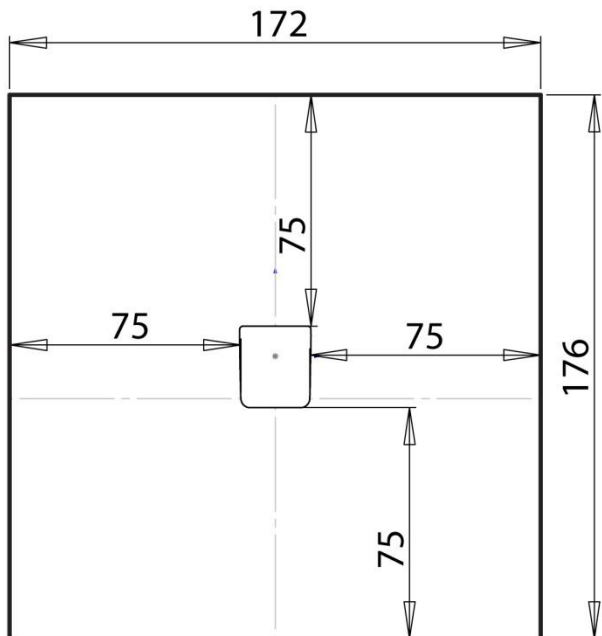
Costi dello stampo:
_ C_b = 1482€
_ C_{lb} = 1482€
_ C_{li} = 1450€
_ T_{lav} = 38,5 h
_ C_{st} = 4414€

Tempi lavorazione impronta:
_$T_{lav,esp}$ = 7,5h
_$T_{lav,dim}$ = 15,5h
_$T_{lav,geo}$ = 12,5h
_$T_{lav,extra}$ = 3h

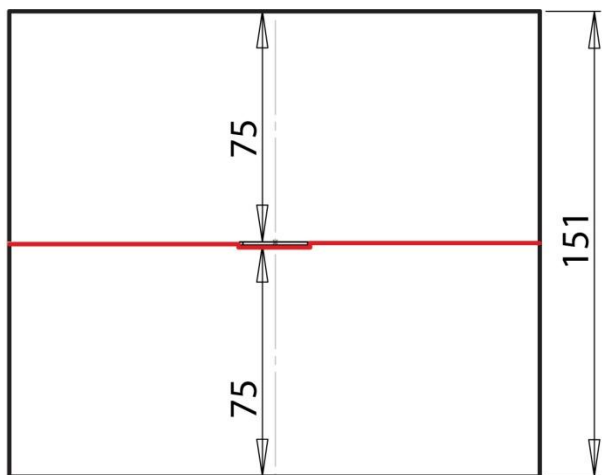
Costo al pezzo:
$C_p = C_{mat} + C_{es} + C_{st}/N$ = 0,24€/pz

Considerazioni:
Il costo finale dello pezzo stampato è adatto ad una produzione industriale.
Il costo risulta, decisamente, basso,ma dobbiamo ricordare che dovremo ipotizzare l'inserimento di eventuali carrelli per i fori interni, oppure l'ipotesi di riprendere il pezzo con una dima di foratura oppure su un centro di lavoro prima del montaggio.

Sigillo di sicurezza

Anche con questo componente utilizzeremo lo stesso procedimento.
Il pezzo è chiaramente molto piccolo e la sua realizzazione non comporta eccessivi problemi. Anche in questo caso in rosso evidenziamo la linea di divisione degli stampi.

Dati componente:
_Materiale: PC
_Finitura: SPE # 3
_Spessore: 1mm
_Tolleranze: 0,1mm
_Volume di produzione: 50.000

Parametri principali:
_ A_p: 6 cm^2
_ V_{tot}: 0,0584 cm^3
_ V_i: 0,8 cm^2
_ A_i: 8,22 cm^2

75
151
75

Parametri piastre:
_ A_b: (17,2X17,6)cm=302,72cm^2
_ h_b: 15cm
_ l: 5,2cm
_ forza pressa F=300 KN (45 richiesti)

Tempo ciclo:
_ t_f =0,023 ≈1s
_ t_c = 6 s
_ t_r = 3 s
_ t = 10 s

Costi materiali e esercizio
_ c_{mat} = 3,76 €/dm^3
_ c_{es} = 25,5 €/h
_ C_{mat} = 0,003 €/pz
_ C_{es} = 0,07€/pz.

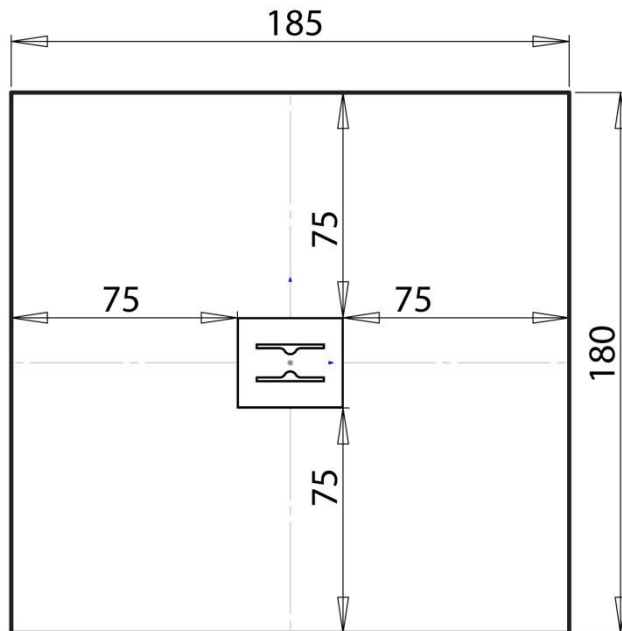
Costi dello stampo:
_ C_b = 1402€
_ C_{lb} = 1402€
_ C_{li} = 640€
_ T_{lav} = 16 h
_ C_{st} = 3444€

Tempi lavorazione impronta:
_$T_{lav,esp}$ = 7h
_$T_{lav,dim}$ = 6,5h
_$T_{lav,geo}$ = 1h
_$T_{lav,extra}$ = 1,5h

Costo al pezzo:
$C_p = C_{mat} + C_{es} + C_{st}/N$ = 0,133€/pz = ~0,15€/pz

Considerazioni:
Il costo finale dello pezzo stampato è ampiamente adatto ad una produzione industriale.
Il costo risulta, decisamente, molto basso ed il rischio di eventuali problemi o difetti di stampaggio dei pezzi risulta molto vicino allo zero.

Estrattore manichetta

Anche questo componente risulta essere molto piccolo e di facile realizzabilità. Utilizzeremo lo stesso procedimento di analisi utilizzato finora. La linea rossa evidenzia, sempre, la linea di divisione degli stampi.

Dati componente:
_Materiale: PC
_Finitura: SPE # 3
_Spessore: 1mm
_Tolleranze: 0,1mm
_Volume di produzione: 50.000

Parametri principali:
_ A_p: 9,5 cm^2
_ V_{tot}: 1 cm^3
_ V_i: 1,37 cm^2
_ A_i: 13 cm^2

Parametri piastre:
_ A_b: (18,5x18)cm=333cm^2
_ h_b: 15cm
_ l: 5,2cm
_ forza pressa F=300KN (effettivi: 71,5KN)

Tempo ciclo:
_ t_f =0,037 ≈1s
_ t_c = 6 s
_ t_r = 3 s
_ t = 10 s

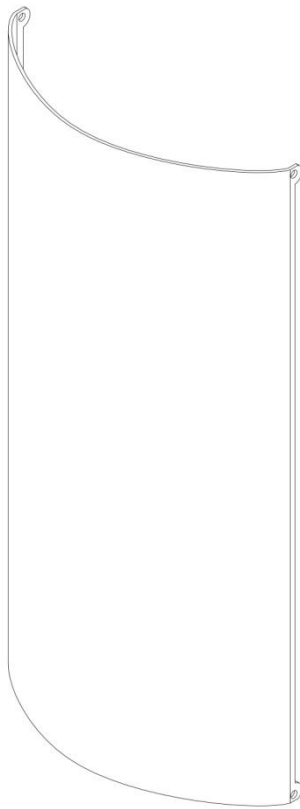
Costi materiali e esercizio
_ c_{mat} = 3,76 €/dm^3
_ c_{es} = 25,5 €/h
_ C_{mat} = 0,005 €/pz
_ C_{es} = 0,07€/pz.

Costi dello stampo:
_ C_b = 1442€
_ C_{lb} = 1442€
_ C_{li} = 780€
_ T_{lav} = 19,5 h
_ C_{st} = 3664€

Tempi lavorazione impronta:
_$T_{lav,esp}$ = 9h
_$T_{lav,dim}$ = 7h
_$T_{lav,geo}$ = 1,5h
_$T_{lav,extra}$ = 2h

Costo al pezzo:
$C_p = C_{mat} + C_{es} + C_{st}/N$ = 0,145€/pz = ~0,15€/pz

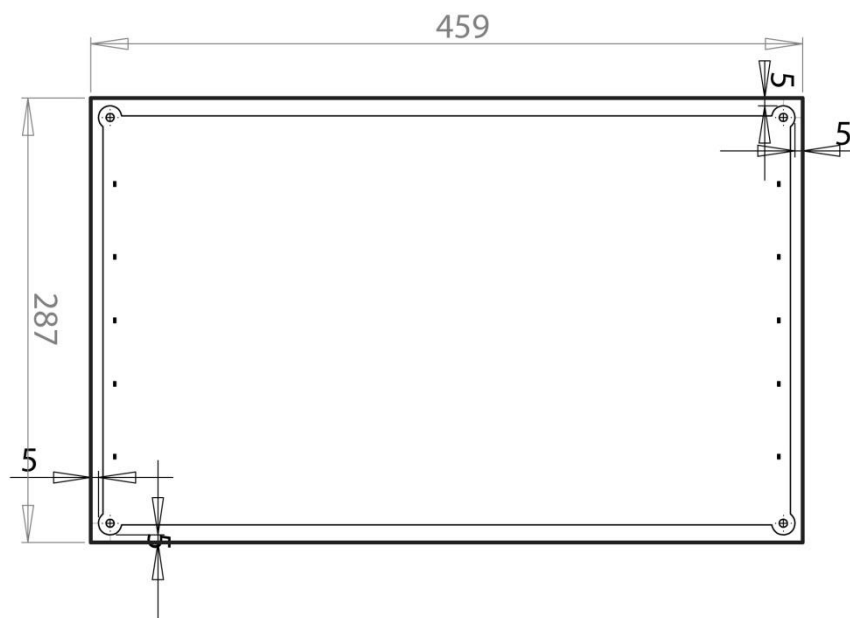
Considerazioni:
Il costo finale dello pezzo stampato è adatto ad una produzione industriale. Il costo risulta, decisamente, basso, a causa delle ridotte dimensioni del pezzo in questione.

Parete laterale

Il componente in esame è di facile realizzazione. Partiremo da una lastra piana sulla quale andremo ad effettuare le varie lavorazioni. Divideremo il processo in tre fasi:

- Estrusione in lastra del pannello
- Taglio/tranciatura sagoma e fori
- Imbutitura degli inviti per gli snap

Dati componente:
_Materiale: PC
_Finitura: SPE # 3
_Spessore: 2mm
_Tolleranze: 0,1mm
_Volume di produzione: 50.000

Parametri principali:
_ Perimetro sviluppo pannello: 152cm
_ Volume totale parete_V_{tot}: 234,42 cm^3
_ Area esterna totale del pezzo (tutte le superfici incluse)_A_{tot}: 2375,36 cm^2

Layout dello stampo:

Nel layout possiamo notare la messa in lastra del componente. Per farlo abbiamo osservato la regola secondo cui la distanza tra bordo di tranciatura e bordo lastra fosse maggiore o uguale allo spessore (T), nel nostro caso abbiamo ipotizzato 5mm.

Parametri pannello:

_ Ingombro pannello grezzo: W=46cm, L=28cm
_ Dimensioni di ingombro massimo del tranciato: d_1= 45 d_2= 27cm
_ Volume totale di materiale utilizzato (incluso sfrido) =

V_{tot-s}= WxLxT= 257,6 cm^3

Calcolo dei tempi di tranciatura

Questa formula per il calcolo del tempo ciclo di tranciatura deriva da sperimentazioni di Boothroyd in questo campo:

$t_t = 5{,}4 + 0{,}18 \times (W + L)$ [s] quindi: $t_t = 5{,}4 + 0{,}18 \times (46 + 28) = 18{,}8$[s]

Dobbiamo, però, ricordare che questa formula è da utilizzarsi, solo, nel caso in cui si ipotizzi l'uso di stampi automatizzati o a passo, quindi con l'intervento di manodopera specializzata ad ogni tranciatura.

Calcolo costi del materiale

$C_{mat}=c_{mat} \times V_{tot-s}$ dove c_{mat} è il costo del materiale per unità di volume
C_{mat}= 3,76 [€/dm^3] x 0,257dm^3= 0,96€
Costo in linea con la filosofia di industrializzazione del prodotto
Dobbiamo, però, far notare che il costo del PC in lastra sarà leggermente maggiore rispetto a quello del materiale vergine indicato in formula.

Costi di esercizio

$C_{es}=c_{es-t} \times t_t$
dove c_{es-t} è il costo per l'operatore e per i macchinari all'ora = 25€/h
quindi: C_{es}= 25 [€/h] x (18,8:3600) [h]=0,13€
Anche in questo caso il costo è accettabile

Costo dello stampo di tranciatura

$C_{st-t}= c_{lav-t} \times T_{lav-t}$
Dove c_{lav-t} è il costo è i costo orario di lavorazione dello stampo pari a circa 40€/h e T_{lav-t} è il tempo di lavorazione dello stampo espresso in ore.

Calcolo del tempo di lavorazione

$T_{lav-t} = f_{dim} \times T_{geo}$ + 2 x n°fori

_ f_{dim} è il fattore dimensionale
_ T_{geo} è il tempo di lavorazione dovuto alla complessità geometrica del bordo
Quindi:
_ $f_{dim} = 1+0{,}04 \times (d_1 x d_2)^{0,7}=1+0{,}04 \times (45 \times 27)^{0,7} =6{,}7$
_ $T_{geo} = 15+0{,}125 \times X_t^{0,75}$ dove: $X_t^{0,75} = p^2/d_1 x d_2=28{,}84$
_ $T_{geo} = 15+0{,}125 \times 19^{0,75}=16{,}1$ [h]

Quindi:
$T_{lav-t} = f_{dim} \times T_{geo}$ + 2 x 4fori = 6,7x16,1+8= 115,87 [h] = ~116[h]

Il costo dello stampo sarà quindi:
$C_{st-t}=c_{lav-t} \times T_{lav-t}$ = 40[€/h]x116[h]=4640€

Costo totale del componente

$C_p=C_{mat}+C_{es}+C_{st-t}/N$ =0,96+0,13+0,09=1,18€/pezzo

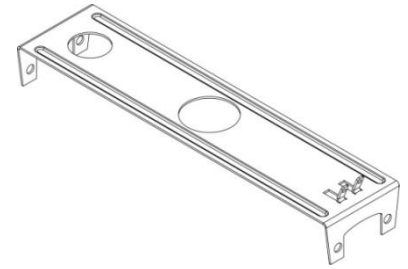
Note:

Il costo finale del componente risulta abbastanza ragionevole, in una fase successiva potremmo ipotizzare l'utilizzo di uno stampato a iniezione e ridurre i costi del materiale.

Costo stampaggio lamiera:

Supporto orizzontale

Analizzando il componente in lamiera appare subito evidente che le forme geometriche non risultano molto complesse. Quindi decideremo di dividere il processo di stampaggio in quattro fasi:

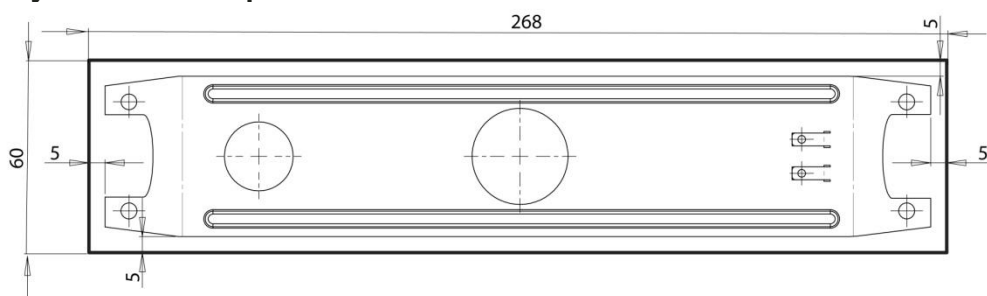
- Tranciatura dello sviluppo del componente in lamiera
- Imbutitura delle parti note
- Piega dei bordi del componente senza stampo (data la semplicità del componente)
- Finitura del componente (sbavature, anodizzazione)

Avendo ipotizzato, quindi, l'utilizzo di una piegatura libera, o eventualmente con stampo a V, possiamo affermare che i costi di queste attrezzature sia da considerarsi molto basso nel contesto di un investimento di questo tipo. Quindi sceglieremo di non calcolare i costi relativi alla piegatura, ma solo quelli relativi alla tranciatura delle lamiere e alla finitura del componente.

Dati componente:

_Materiale: Acciaio AISI 1020 bonificato
_Finitura: verniciatura polimerica satinata
_Spessore: 1,5mm
_Tolleranze: ±0,1mm_Angoli: ±0,5°
_Volume di produzione: 50.000 pezzi

Parametri principali:

_ Perimetro sviluppo lamiera: 61cm
_ Volume totale lamiera_V_{tot}: 15 cm^3
_ Area esterna totale del pezzo (tutte le superfici incluse)_A_{tot}: 253 cm^2

Layout dello stampo:

Nel layout possiamo notare la messa in lastra del componente. Per farlo abbiamo osservato la regola secondo cui la distanza tra bordo di tranciatura e bordo di lamiera fosse maggiore o uguale allo spessore (T), nel nostro caso abbiamo ipotizzato 5mm.

Parametri lamiera:

_ Ingombro lamiera grezza: W=26,8cm, L=6cm
_ Dimensioni di ingombro massimo del tranciato: d_1= 5cm, d_2= 25,8cm
_ Volume totale di materiale utilizzato (incluso sfido) =
$V_{tot\text{-}s}$= WxLxT= 24,12 cm^3

Calcolo dei tempi di tranciatura
Questa formula per il calcolo del tempo ciclo di tranciatura deriva da sperimentazioni di Boothroyd in questo campo:

$t_t = 5,4 + 0,18 \times (W + L)$ [s] quindi: $t_t = 5,4 + 0,18 \times (26,8 + 6) = 11,3$ [s]

Dobbiamo , però, ricordare che questa formula è da utilizzarsi, solo, nel caso in cui si ipotizzi l'uso di stampi automatizzati o a passo, quindi con l'intervento di manodopera specializzata ad ogni tranciatura.

Calcolo costi del materiale
$C_{mat} = c_{mat} \times V_{tot-s}$ dove c_{mat} è il costo del materiale per unità di volume
$C_{mat} = 14,7$ [€/dm^3] x 0,0241dm^3= 0,35€
Costo in linea con la filosofia di industrializzazione del prodotto

Costi di esercizio
$C_{es} = c_{es-t} \times t_t$
dove c_{es-t} è il costo per l'operatore e per i macchinari all'ora = 25€/h
quindi: C_{es}= 25 [€/h] x (11,3:3600) [h]=0,078€
Anche in questo caso il costo è accettabile

Costo dello stampo di tranciatura
$C_{st-t} = c_{lav-t} \times T_{lav-t}$
Dove c_{lav-t} è il costo è i costo orario di lavorazione dello stampo pari a circa 40€/h e T_{lav-t} è il tempo di lavorazione dello stampo espresso in ore.

Calcolo del tempo di lavorazione
$T_{lav-t} = f_{dim} \times T_{geo} + 2 \times$ n°fori

_ f_{dim} è il fattore dimensionale
_ T_{geo} è il tempo di lavorazione dovuto alla complessità geometrica del bordo
Quindi:
_ $f_{dim} = 1+0,04 \times (d_1 x d_2)^{0,7} = 1+0,04 \times (5 \times 25,8)^{0,7} = 2,2$
_ $T_{geo} = 15+0,125 \times X_t^{0,75}$ dove $X_t^{0,75} = p^2/d_1 x d_2 = 28,84$
_ $T_{geo} = 15+0,125 \times 28,84^{0,75} = 16,5$ [h]

Quindi:
$T_{lav-t} = f_{dim} \times T_{geo} + 2 \times 8$fori = 2,2x16,5+16= 52,3 [h]

Il costo dello stampo sarà quindi:
$C_{st-t} = c_{lav-t} \times T_{lav-t}$ = 40[€/h]x52,3[h]=2092€

Costo di finitura:
$C_{fin} = c_{fin} x A_{fin} = c_{fin} x A_{tot}$

Ricaviamo c_{fin} dalla seguente tabella:
c_{fin} [€/cm^2]: costo del trattamento per unità d'area – Valori orientativi:
- Impregnazione (leghe di Al)→ ~0,04€/100cm^2

- Lucidatura (leghe di Al, Zn, Cu)→ ~0,03€/100cm^2
- Anodizzazione (leghe di Al, Zn, Mg)→ ~0,04€/100cm^2
- Cromatura (leghe di Zn)→ ~0,09€/100cm^2
- Verniciatura (leghe di Zn: primer+finitura)→ ~(0,04+0,05)€/100cm^2

Nel nostro caso il pezzo sarà anodizzato quindi: c_{fin} = 0,04€/100cm^2
Otterremo quindi: c_{fin} = (0,04€/100cm^2) x 253cm^2=0,10€ al pezzo

Costo totale del componente
C_p=C_{mat}+C_{es}+$C_{st\text{-}t}$/N+C_{fin}=0,35+0,78+0,04+0,10=0,57€/pezzo

Note:
Il costo finale del componente risulta molto ragionevole in un'ottica industriale. Si nota subito, tuttavia, che la voce più alta risulta essere quella del costo del materiale, diversamente da ciò che accade nello stampaggio a iniezione.

Costo estrusione: supporto verticale

Per calcolare i costi di questo profilo abbiamo utilizzato un metodo, diverso, ma molto efficace. Ci siamo rivolti a un azienda che produce profili estrusi per chiedere una quotazione del pezzo per una fornitura minima.
La risposta che abbiamo ricevuto è stata la seguente:
Il profilo non risulta complesso e non necessita di particolari lavorazioni con inserti per la sua generazione. Orientativamente il costo per la sua realizzazione oscilla tra i 1500 e i 2000 [€] il cui costo sarà da effettuarsi a consuntivo. Per il materiale in questione: AISI 1020 il costo varia a seconda delle quantità ordinate e della pro grammaticità dell'ordine tra 2,38 e 3 [€/Kg]. Generalmente il lotto medio prodotto è di 5 quintali.

Dati componente:
_Materiale: Acciaio AISI 1020 bonificato
_Finitura: anodizzazione
_Spessore: 2mm
_Tolleranze: ±0,1mm
_Volume di produzione: 100.000 pezzi

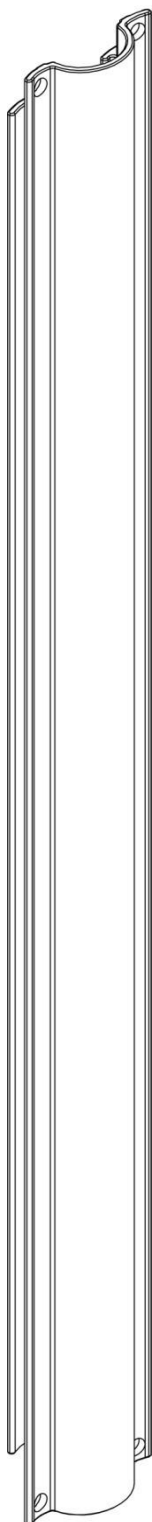
Parametri principali:
_Volume: $V=73{,}828mm^3$
_Area totale: $A_{tot=}724{,}34cm^2$
_ Massa: M=0,56Kg→ 0,5Kg

Costo stampaggio estrusione
_$C_{st-e}=(c_{mat}+c_{est})xM=(2{,}38[€/Kg])x0{,}5[Kg]=1{,}19€$

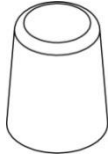
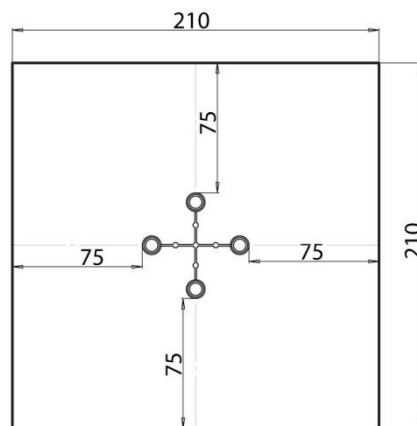
Costo stampo
_Cst=1750€

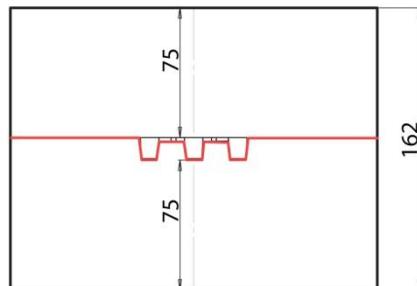
Costo di finitura:
$C_{fin} = c_{fin}xA_{fin}=c_{fin}xA_{tot}$
Nel nostro caso il pezzo sarà anodizzato quindi:
$c_{fin} = 0{,}04€/100cm^2$
Otterremo quindi: $c_{fin} = (0{,}04€/100cm^2) \times 724cm^2=0{,}28€$ al pezzo

Costo pezzo
$C_p=C_{st-e}+C_{st}/N+C_{fin}=1{,}6€$

Il costo si trova un po' al limite con i costi di una logica di produzione industriale. Per ridurre il costo potremmo ipotizzare, in una seconda fase, di ridurre lo spessore del pezzo o di ricorrere ad un'altra tecnologia di produzione.

8.1.2 CALCOLO DEI COSTI DEI COMPONENTI SOSTEGNO ESTINTORE

Ora analizzeremo i componenti utili al sostegno dell'estintore stesso.

Inserto per aggancio base estintore

Riassumeremo il processo finora applicato anche a questo componente.
Il componente presenta una certa complessità data dalla dimensione ridotta, non presenta grosse complessità nella superficie esterna, inoltre, in questa fase non considereremo i eventuali carrelli per le forature interne.

Dati componente:
_Materiale: ABS
_Finitura: SPE # 4
_Spessore: 3mm
_Tolleranze: 0,1mm
_Volume di produzione: 50.000

Parametri principali:
_ A_p: 4,35 cm^2
_ V_{tot}: 4,0 cm^3
_ V_i: 5,6 cm^3
_ A_i: 36,4 cm^2

Parametri piastre:
_ A_b: (21x21)cm=441cm^2
_ h_b: 16,2cm
_ l: 7,6cm
_ forza pressa F=300 (182)KN

Tempo ciclo:
_ t_f =0,14 ≈1s
_ t_c = 15 s
_ t_r = 7 s
_ t = 23 s

Costi materiali e esercizio
_ c_{mat} = 2,2 €/dm^3
_ c_{es} = 28 €/h
_ C_{mat} = 0,03 €/pz
_ C_{es} = 0,04€/pz.

Costi dello stampo:
_ C_b = 1604€
_ C_{lb} = 1604€
_ C_{li} = 920€
_ T_{lav} = 23 h
_ C_{st} = 4128€

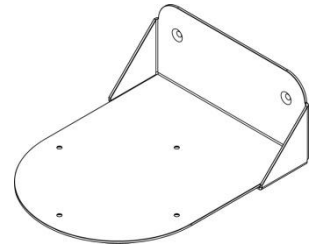
Tempi lavorazione impronta:
_$T_{lav,esp}$ = 7,5h
_$T_{lav,dim}$ = 6,5h
_$T_{lav,geo}$ = 7,5h
_$T_{lav,extra}$ = 1,5h

Costo al pezzo:
$C_p = C_{mat} + C_{es} + C_{st}/N$ = 0,15€/pz

Considerazioni:
Il costo finale dello pezzo stampato è decisamente ottimale per una produzione industriale.
Il costo risulta, decisamente, basso,ma dobbiamo ricordare che dovremo ipotizzare l'inserimento di eventuali carrelli per la filettatura M3 per il fissaggio della vite, oppure dei costi aggiuntivi per un inserto filettato o in ultima analisi una lavorazione meccanica postuma.

Lamiera d’appoggio

Analizzando il componente in lamiera appare subito evidente che il profilo geometrico è molto semplice. Dividiamo, quindi, le fasi di realizzazione del pezzo in quattro fasi:

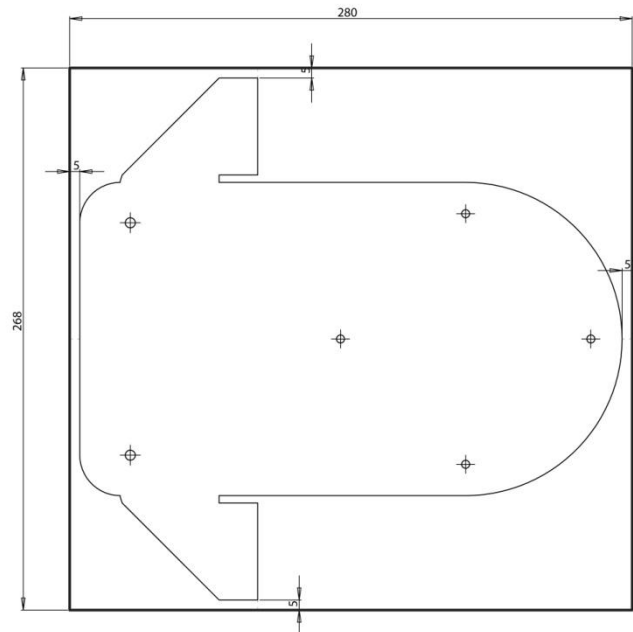
- Tranciatura dello sviluppo del componente in lamiera
- Svasatura (con apposito macchinario) delle parti note
- Piega dei bordi del componente senza stampo (data la semplicità del componente)
- Finitura del componente (sbavature, anodizzazione)

Utilizzando una piegatura libera, o eventualmente con stampo a V, possiamo affermare che i costi di queste attrezzature siano da considerarsi molto bassi nel contesto di un investimento di questo tipo.
Quindi scegliamo di non calcolare i costi relativi alla piegatura, ma solo quelli relativi alla tranciatura delle lamiere e alla finitura del componente.

Dati componente:

_Materiale: Acciaio AISI 1020 bonificato
_Finitura: Anodizzazione
_Spessore: 1,5mm
_Tolleranze: ±0,1mm_Angoli: ±0,5°
_Volume di produzione: 50.000 pezzi

Parametri principali:

_ Perimetro sviluppo lamiera: 107cm
_ Volume totale lamiera_V_{tot}: 86 cm^3
_ Area esterna totale del pezzo (tutte le superfici incluse)_A_{tot}: 887 cm^2

Layout dello stampo:

Nel layout possiamo notare la messa in lastra del componente. Per farlo abbiamo osservato la regola secondo cui la distanza tra bordo di tranciatura e bordo di lamiera fosse maggiore o uguale allo spessore (T), nel nostro caso abbiamo ipotizzato 5mm.

Parametri lamiera:

_ Ingombro lamiera grezza: W=26,8cm, L=28cm
_ Dimensioni di ingombro massimo del tranciato: d_1= 27cm, d_2= 25,8cm
_ Volume totale di materiale utilizzato (incluso sfrido) =

V_{tot-s}= WxLxT= $112cm^3$

Calcolo dei tempi di tranciatura

Questa formula per il calcolo del tempo ciclo di tranciatura deriva da sperimentazioni di Boothroyd in questo campo:

$t_t = 5,4 + 0,18 \times (W + L)$ [s] quindi: $t_t = 5,4 + 0,18 \times (26,8 + 6)=15,2$[s]

Dobbiamo , però, ricordare che questa formula è da utilizzarsi, solo, nel caso in cui si ipotizzi l'uso di stampi automatizzati o a passo, quindi con l'intervento di manodopera specializzata ad ogni tranciatura.

Calcolo costi del materiale

$C_{mat}=c_{mat} \times V_{tot-s}$ dove c_{mat} è il costo del materiale per unità di volume
C_{mat}=14,7 [€/dm^3] x 0,112dm^3= 1,64€
Costo in linea con la filosofia di industrializzazione del prodotto

Costi di esercizio

$C_{es}=c_{es-t} \times t_t$
dove c_{es-t} è il costo per l'operatore e per i macchinari all'ora = 25€/h
quindi: C_{es}= 25 [€/h] x (15,2:3600) [h]=0,1€
Anche in questo caso il costo è accettabile

Costo dello stampo di tranciatura

$C_{st-t}= c_{lav-t} \times T_{lav-t}$
Dove c_{lav-t} è il costo è i costo orario di lavorazione dello stampo pari a circa 40€/h e T_{lav-t} è il tempo di lavorazione dello stampo espresso in ore.

Calcolo del tempo di lavorazione

$T_{lav-t} = f_{dim} \times T_{geo} + 2 \times$ n°fori

_ f_{dim} è il fattore dimensionale
_ T_{geo} è il tempo di lavorazione dovuto alla complessità geometrica del bordo
Quindi:
_ $f_{dim} = 1+0,04 \times (d_1 x d_2)^{0,7}=1+0,04 \times (27x25,8)^{0,7} =4,9$
_ $T_{geo} = 15+0,125 \times X_t^{0,75}$ dove $X_t^{0,75} = p^2/d_1 x d_2=16,4$
_ $T_{geo} = 15+0,125 \times 16,4^{0,75}=16$ [h]

Quindi:
$T_{lav-t} = f_{dim} \times T_{geo} + 2 \times$ 6fori = 4,9x16+12= 90,4 [h]

Il costo dello stampo sarà quindi:
$C_{st-t}=c_{lav-t} \times T_{lav-t}$ = 40[€/h]x90,4[h]=3616€

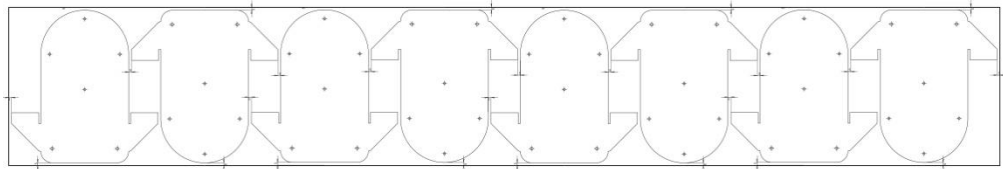
Costo di finitura:
$C_{fin} = c_{fin} x A_{fin} = c_{fin} x A_{tot}$

Ricaviamo c_{fin} dalla seguente tabella:
c_{fin} [€/cm^2]: costo del trattamento per unità d'area – Valori orientativi:

- Impregnazione (leghe di Al)→ ~0,04€/100cm^2
- Lucidatura (leghe di Al, Zn, Cu)→ ~0,03€/100cm^2
- Anodizzazione (leghe di Al, Zn, Mg)→ ~0,04€/100cm^2
- Cromatura (leghe di Zn)→ ~0,09€/100cm^2
- Verniciatura (leghe di Zn: primer+finitura)→ ~(0,04+0,05)€/100cm^2

Nel nostro caso il pezzo sarà anodizzato quindi: c_{fin} = 0,04€/100cm^2
Otterremo quindi: c_{fin} = (0,04€/100cm^2) x 887cm^2=0,35€ al pezzo

Costo totale del componente
$C_p = C_{mat} + C_{es} + C_{st\text{-}t}/N + C_{fin}$=1,64+0,1+0,07+0,35=2,16€/pezzo

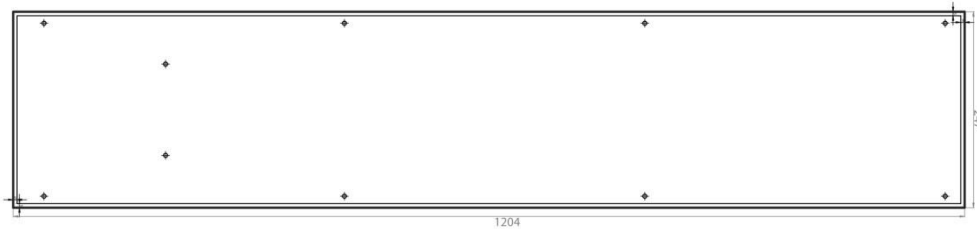
Note:
Il costo finale del componente risulta abbastanza elevato, ma comunque ragionevole in un'ottica industriale. Si nota subito, tuttavia, che la voce più alta risulta essere quella del costo del materiale. Dobbiamo, però, far notare che nel caso calcolato lo sfrido è elevato perché il pezzo non è stato ipotizzato in una catena di tranciatura, se invece lo fosse la quantità di scarto sarebbe inferiore.
Alleghiamo un'immagine chiarificatrice del concetto.

Pannello alto fronte

Il componente in esame è di facile realizzazione. Partiremo da una lastra piana sulla quale andremo ad effettuare le varie lavorazioni. Divideremo il processo in tre fasi:

- Estrusione in lastra del pannello
- Taglio/tranciatura sagoma e fori

Dati componente:
_Materiale: PC
_Finitura: SPE # 3
_Spessore: 2mm
_Tolleranze: 0,1mm
_Volume di produzione: 50.000

Parametri principali:
_ Perimetro sviluppo pannello: 303cm
_ Volume totale parete_V_{tot}: 565 cm^3
_ Area esterna totale del pezzo (tutte le superfici incluse)_A_{tot}: 5710 cm^2

Layout dello stampo:

Nel layout abbiamo ipotizzato 5mm di distanza tra bordo di tranciatura e bordo di lamiera.

Parametri pannello:
_ Ingombro pannello grezzo: W=120cm, L=24cm
_ Dimensioni di ingombro massimo del tranciato: d_1= 119 d_2= 23cm
_ Volume totale di materiale utilizzato (incluso sfrido) =
V_{tot-s}= WxLxT= 576 cm^3

Calcolo dei tempi di tranciatura
$t_t = 5,4 + 0,18 \times (W + L)$ [s] quindi: $t_t = 5,4 + 0,18 \times (120 + 24) = 31,32$[s]

Calcolo costi del materiale
$C_{mat} = c_{mat} \times V_{tot-s}$
C_{mat}= 3,76 [€/dm^3] x 0,576dm^3= 2,16€

Costi di esercizio

$C_{es}=c_{es\text{-}t} \times t_t$

$C_{es}= 25$ [€/h] x (31,32:3600) [h]=0,21€

Costo dello stampo di tranciatura

$C_{st\text{-}t}= c_{lav\text{-}t} \times T_{lav\text{-}t}$

Calcolo del tempo di lavorazione

$T_{lav\text{-}t} = f_{dim} \times T_{geo} + 2 \times$ n°fori

_ $f_{dim} = 1+0{,}04 \times (d_1xd_2)^{0{,}7}=1+0{,}04 \times (119 \times 23)^{0{,}7} =11{,}18$

_ $T_{geo} = 15+0{,}125 \times X_t^{0{,}75}$ dove: $X_t= p^2/d_1xd_2=33{,}5$

_ $T_{geo} = 15+0{,}125 \times 33{,}5^{0{,}75}=16{,}7$ [h]

Quindi:

$T_{lav\text{-}t} = f_{dim} \times T_{geo} + 2 \times$ 10fori = 11,18x33,5 + 20= 394,53 [h] = ~395[h]

$C_{st\text{-}t}=c_{lav\text{-}t} \times T_{lav\text{-}t}$ = 40[€/h]x395[h]=15781€

Costo totale del componente

$C_p=C_{mat}+C_{es}+C_{st\text{-}t}/N$ =2,16+0,21+0,31=2,68€/pezzo

Note:

Il costo finale del componente risulta abbastanza ragionevole.

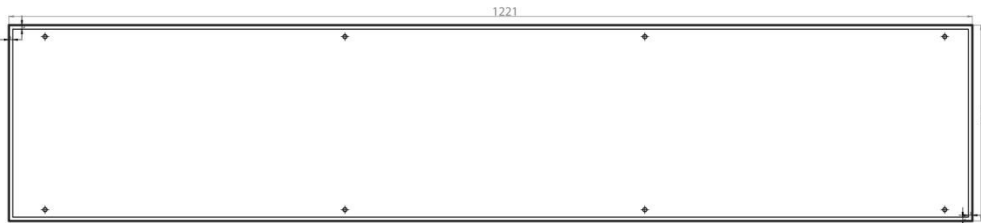
Pannello alto retro

Il componente in esame è di facile realizzazione. Partiremo da una lastra piana sulla quale andremo ad effettuare le varie lavorazioni. Divideremo il processo in tre fasi:

- Estrusione in lastra del pannello
- Taglio/tranciatura sagoma e fori

Dati componente:
_Materiale: PC
_Finitura: SPE # 3
_Spessore: 2mm
_Tolleranze: 0,1mm
_Volume di produzione: 50.000

Parametri principali:
_ Perimetro sviluppo pannello: 303cm
_ Volume totale parete_V_{tot}: 573 cm^3
_ Area esterna totale del pezzo (tutte le superfici incluse)_A_{tot}: 5792 cm^2

Layout dello stampo:

Nel layout abbiamo ipotizzato 5mm di distanza tra bordo di tranciatura e bordo di lamiera.

Parametri pannello:

_ Ingombro pannello grezzo: W=122cm, L=24cm
_ Dimensioni di ingombro massimo del tranciato: d_1= 121 d_2= 23cm
_ Volume totale di materiale utilizzato (incluso sfrido) =
V_{tot-s}= WxLxT= 585 cm^3

Calcolo dei tempi di tranciatura

$t_t = 5,4 + 0,18 \times (W + L)$ [s] quindi: $t_t = 5,4 + 0,18 \times (122 + 24) = 31,68$[s]

Calcolo costi del materiale

$C_{mat} = c_{mat} \times V_{tot-s}$
C_{mat}= 3,76 [€/dm^3] x 0,573dm^3= 2,15€

Costi di esercizio

$C_{es}=c_{es-t} \times t_t$

C_{es}= 25 [€/h] x (31,68:3600) [h]=0,22€

Costo dello stampo di tranciatura

$C_{st-t}= c_{lav-t} \times T_{lav-t}$

Calcolo del tempo di lavorazione

$T_{lav-t} = f_{dim} \times T_{geo} + 2 \times n°fori$

_ $f_{dim} = 1+0,04 \times (d_1 x d_2)^{0,7}=1+0,04 \times (121 \times 23)^{0,7} =11,3$

_ $T_{geo} = 15+0,125 \times X_t^{0,75}$ dove: $X_t= p^2/d_1 x d_2=33,0$

_ $T_{geo} = 15+0,125 \times 33,0^{0,75}=16,7$ [h]

Quindi:

$T_{lav-t} = f_{dim} \times T_{geo}$ + 2 x 8fori = 11,3x33 + 16= 388,9 [h] = ~389[h]

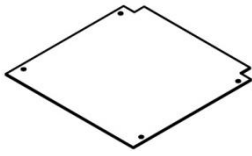
$C_{st-t}=c_{lav-t} \times T_{lav-t}$ = 40[€/h]x389[h]=15556€

Costo totale del componente

$C_p=C_{mat}+C_{es}+C_{st-t}/N$ =2,15+0,22+0,31=2,68€/pezzo

Note:

Il costo finale del componente risulta abbastanza ragionevole.

Pannello basso

Il componente in esame è di facile realizzazione. Partiremo da una lastra piana sulla quale andremo ad effettuare le varie lavorazioni. Divideremo il processo in tre fasi:

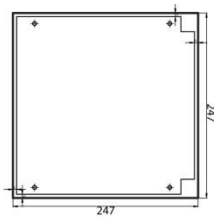
- Estrusione in lastra del pannello
- Taglio/tranciatura sagoma e fori

Dati componente:

_Materiale: PC
_Finitura: SPE # 3
_Spessore: 2mm
_Tolleranze: 0,1mm
_Volume di produzione: 50.000

Parametri principali:

_ Perimetro sviluppo pannello: 101cm
_ Volume totale parete_V_{tot}: 110 cm^3
_ Area esterna totale del pezzo (tutte le superfici incluse)_A_{tot}: 1125 cm^2

Layout dello stampo:

Nel layout abbiamo ipotizzato 5mm di distanza tra bordo di tranciatura e bordo di lamiera.

Parametri pannello:

_ Ingombro pannello grezzo: W=24cm, L=24cm
_ Dimensioni di ingombro massimo del tranciato: d_1= 23 d_2= 23cm
_ Volume totale di materiale utilizzato (incluso sfrido) =

V_{tot-s}= WxLxT= 105 cm^3

Calcolo dei tempi di tranciatura

$t_t = 5,4 + 0,18 \times (W + L)$ [s] quindi: $t_t = 5,4 + 0,18 \times (24 + 24) = 14,04$[s]

Calcolo costi del materiale

$C_{mat} = c_{mat} \times V_{tot-s}$

C_{mat}= 3,76 [€/dm^3] x 0,105dm^3= 0,39€

Costi di esercizio

$C_{es} = c_{es-t} \times t_t$

C_{es}= 25 [€/h] x (14,04:3600) [h]=0,09€

Costo dello stampo di tranciatura

$C_{st-t} = c_{lav-t} \times T_{lav-t}$

Calcolo del tempo di lavorazione

$T_{lav-t} = f_{dim} \times T_{geo} + 2 \times n°fori$

_ $f_{dim} = 1+0,04 \times (d_1xd_2)^{0,7}=1+0,04 \times (23 \times 23)^{0,7} =4,22$
_ $T_{geo} = 15+0,125 \times X_t^{0,75}$ dove: $X_t= p^2/d_1xd_2=19,2$
_ $T_{geo} = 15+0,125 \times 33,5^{0,75}=16,1$ [h]

Quindi:
$T_{lav-t} = f_{dim} \times T_{geo} + 2 \times 0fori = 4,22 + 16,1= 20,32$ [h] = ~21[h]

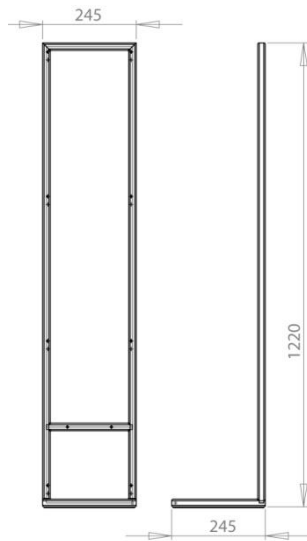
$C_{st-t}=c_{lav-t} \times T_{lav-t}$ = 40[€/h]x21[h]=840€

Costo totale del componente

$C_p=C_{mat}+C_{es}+C_{st-t}/N$ =0,09+0,39+0,016=0,50€/pezzo

Note:

Il costo finale del componente risulta abbastanza ragionevole.

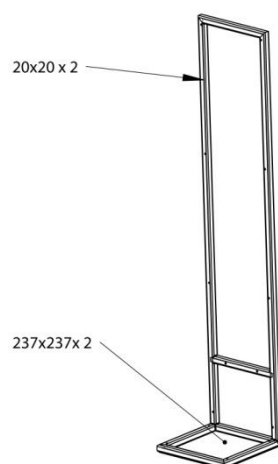
Costo saldatura: struttura sostegno estintore

Per calcolare i costi di questa struttura abbiamo recuperato attraverso un fornitore dell'azienda il costo del tubo e in seguito abbiamo calcolato i costi di saldatura.

Dati componente:
_Materiale: Acciaio AISI 1020 bonificato
_Finitura: anodizzazione
_Spessore: 2mm
_Tolleranze: ±0,1mm
_Volume di produzione: 50.000 pezzi

Costo del tubolare 20x20x2mm zincato
c_{mat} =2,08€ al metro lineare.

Lunghezza tubolari
L_{tot}= (23x6+121x2)=2,8m ~3m

Calcolo costo tubolari
$C_{mat\ t}$=c_{mat} x L_{tot} =6,24€

Calcolo costi del pannello
C_{mat}=c_{mat} x V_{tot-s}
$C_{mat\ p}$=14,7 [€/dm^3] x 0,112dm^3= 1,64€

Lunghezza saldatura
l_{sald}[m]: (saldature tubolari)+(saldature piastra)=0,08x8+0,8=1,44m

Velocità di avanzamento
v_{sald} [m/min]: 0,35m/min (per saldatura MIG)

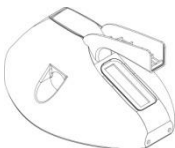
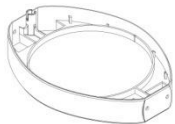
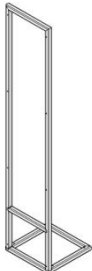
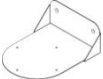
Fattore operativo (tempo attivo/tempo totale)
f_{op}: 0,45 (per saldature MIG)

Tempo di saldatura

$$t_{sald} = \frac{l_{sald}}{f_{op} \cdot v_{sald}}$$

t_{sald} [min]: 1,44/ (0,45 x 0,35) ≈ 9,5min

Tempo di posizionamento
T_{pos} [min]: 10 s/pz x 8 pz ≈ 1,5min

Costo di assemblaggio
C_{asm}= c_{sald}x(T_{pos} + T_{sald}) ≈ 50€/h x (11/60) ≈9,5€

Costo totale
$C_{mat\ t}$ + $C_{mat\ t}$ + C_{asm}=6,24+1,64+9,5 ≈ 17,5€

Note
Il costo si trova un po' al limite con i costi di una logica di produzione industriale. Per ridurre il costo potremmo ipotizzare, in una seconda fase, di ridurre lo spessore del pezzo o di ricorrere ad un'altra tecnologia di produzione.

RIASSUMENDO: COSTO COMPONENTI ESTINTORE

Disegno	Componente	Materiale	Processo	Costo pezzo
	Copertura superiore	PA 30%fibra vetro	Stampaggio a iniezione	1,42€
	Base inferiore	PA 30%fibra vetro	Stampaggio a iniezione	0,63€
	Leva superiore	PA 30%fibra vetro	Stampaggio a iniezione	1,29€
	Gabbietta	ABS	Stampaggio a iniezione	0,24€
	Estrattore manichetta	PC	Stampaggio a iniezione	0,15€
	Sigillo di sicurezza	PC	Stampaggio a iniezione	0,15€
	Parete laterale	PC	Estrusione in lastra e tranciatura	1,18€
	Supporto verticale	AISI 1020	Estrusione e lavorazioni meccaniche di finitura	1,6€
	Supporto orizzontale	AISI 1020	Lamiera lavorata	0,57€

RIASSUMENDO: COSTO COMPONENTI SOSTEGNO ESTINTORE

Disegno	Componente	Materiale	Processo	Costo pezzo
	Struttura saldata	AISI 1020	Estrusione, forature e saldatura.	17,5€
	Lamiera d'appoggio	AISI 1020	Tranciatura, forature, svasatura e piegatura.	2,16€
	Inserto per aggancio base estintore	ABS	Stampaggio a iniezione	0,15€
	Pannello alto_fronte	PC	Estrusione in lastra e tranciatura/foratura	2,68€
	Pannello alto_retro	PC	Estrusione in lastra e tranciatura/foratura	2,68€
	Pannello basso	PC	Estrusione in lastra e tranciatura/foratura	0,50€

8.2 CALCOLO DEI COSTI DI ASSEMBLAGGIO

In questo paragrafo andremo ad effettuare un'attenta valutazione dei costi derivanti dall'assemblaggio dell'estintore. L'ipotesi è quella di un fase di assemblaggio a mano in apposita isola di montaggio. Dobbiamo, tuttavia, ricordare che la valutazione è solo indicativa, e serve, a dare un'idea di costo alla manodopera di montaggio e per vedere se i principi del Design for Assembly sono stati tenuti in considerazione nel processo di progettazione.

Metodo di valutazione
La metodologia che andremo ad utilizzare è quella definita"Poli". Ovvero una valutazione di massima del tempo di montaggio per ogni componente sottogruppo del prodotto.
La tabella sottostante descrive il metodo:

	Facile da allineare e da inserire	Difficile da allineare o da inserire	Difficile da allineare e da inserire
Facile da afferrare/manipolare	4,0	8,0	13,0
Facile da afferrare/manipolare	7,5	11,5	16,5

Fattori da considerare:

- Valutazione della difficoltà di afferraggio e manipolazione dei singoli componenti, in base alle loro caratteristiche fisiche: grandezza della parte, scivolosità o adesione alle mani, affilatezza, fragilità o flessibilità.
- Valutazione delle difficoltà di allineamento. Il componente non deve tendere ad incastrarsi e deve essere preferibilmente simmetrico lungo il suo asse o rispetto alle facce. In alternativa il componente deve presentare una forte e marcata asimmetricità.
- Difficoltà di inserimento valutate in base all'accessibilità della posizione di montaggio, la visibilità, la resistenza all'inserimento (pezzi ad incastro) e stabilità.

8.2.1 COSTI DI ASSEMBLAGGIO ESTINTORE

num.	codice	descrizione	Quantità
1	10001	serbatoio 6kg classico	1
2	10002	valvola assemblata	1
3	10003	leva superiore	1
4	10004	copertura superiore	1
5	10005	dispositivo di controllo elettronico con display	1
6	10006	tastiera a membrana	1
7	10007	piastra sostegno orizzontale	1
8	10008	profilo sostegno gruppo di controllo	1
9	10009	adattatore manichetta	2
10	10010	manichetta	1
11	10011	anello di sicurezza	1
12	10012	piastrina sostegno anello di sicurezza	1
13	10013	sigillo di sicurezza	1
14	10014	parete laterale	2
15	10015	estruso di sostegno lavorato per manichetta	1
16	10016	base inferiore	1
17	10017	estruso di sostegno verticale	1
18	10018	snap ad incastro_grande	16
19	10019	estrattore per manichetta	1
20	10019	anello guida manichetta	1
21	10020	piastrina premi valvola	1
22	10021	sensore passaggio anello di sicurezza	1
23	10022	sonda controllo pressione	1
24	10023	snap ad incastro_piccolo	4

L’esploso dell’estintore ci servirà per fissare l’ordine di montaggio dei componenti. Si rimanda al capitolo 5.2 per la story-board di montaggio.

Tabella dei tempi

Componente	Afferraggio	Allineamento	Inserimento	Tempo [s]
posizionamento serbatoio	-	-	-	4
posizionamento piastra sostegno orizzontale	-	-	-	4
posizionamento e serraggio gruppo valvola	-	-	-	4
posizionamento gabbietta d’appoggio	-	-	Accoppiamento con sforzo	8
posizionamento e serraggio profilo sostegno dispositivo di controllo	-	Poca tolleranza	Accoppiamento con sforzo	8
posizionamento dispositivo di controllo elettronico	-	-	-	4
fissaggio dispositivo di controllo elettronico	-	Poca tolleranza	Accoppiamento con sforzo	8
fissaggio sensore di passaggio	Oggetto piccolo	Poca tolleranza	-	11,5
fissaggio sensore pressione	Oggetto piccolo	-	-	7,5
inserimento anello in gomma	-	-	-	4
fissaggio manichetta (avvitare)	-	-	-	4
fissaggio leva superiore	-	Poca tolleranza	-	8
inserimento copertura superiore	-	-	Accoppiamento con sforzo	8
posizionamento estrusi di sostegno	-	Poca tolleranza	Accoppiamento con sforzo	13
posizionamento pareti laterali	-	-	-	4
fissaggio pareti laterali	-	Poca tolleranza	Accoppiamento con sforzo	13
inserimento estrattore manichetta	-	-	Accoppiamento con sforzo	8

posizionamento base	-	-	-	4
Fissaggio base	-	Poca tolleranza	Accoppiamento con sforzo	13
inserimento sigillo di sicurezza	-	-	-	4
inserimento anello di sicurezza	-	-	Accoppiamento con sforzo	8
fissaggio tastiera a membrana	-	-	-	4

T_{asm}=154[s]

Costo di assemblaggio: $C_{asm}=c_{asm} \times T_{asm}$= 25€/h x 0,042h= 1,06€

Un risultato accettabile se si considera l'alto livello qualitativo del prodotto ottenuto.

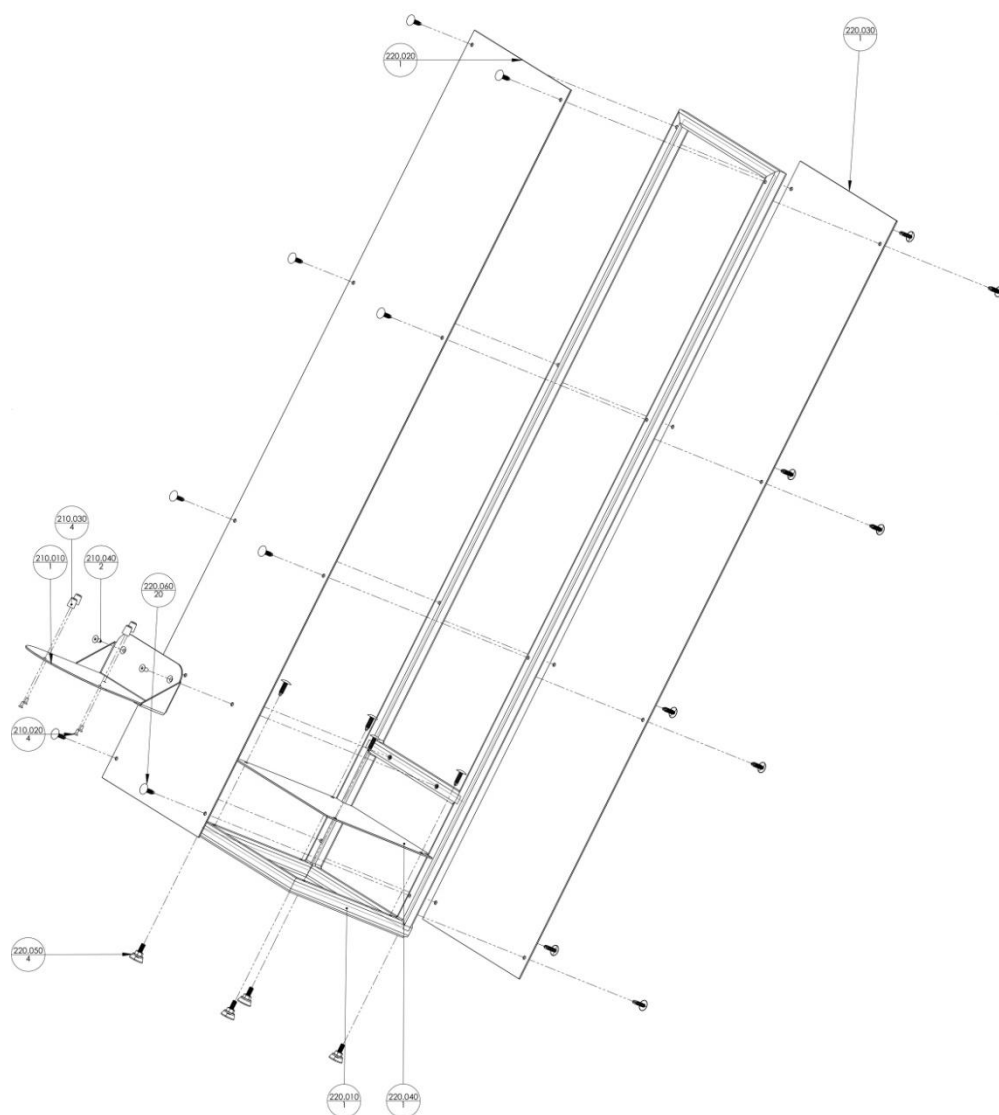
8.2.1 COSTI DI ASSEMBLAGGIO SUPPORTO ESTINTORE

L’esploso della struttura ci servirà per fissare l’ordine di montaggio dei componenti.

Tabella dei tempi

Componente	Afferraggio	Allineamento	Inserimento	Tempo [s]
posizionamento struttura saldata	-	-	-	4
posizionamento pannello basso	-	-	-	4
Inserimento snap di fissaggio			Accoppiamento con sforzo	8
posizionamento pannello alto_fronte	-	-	-	4
Inserimento snap di fissaggio			Accoppiamento con sforzo	8
posizionamento pannello alto retro	-	-	-	4
Inserimento snap di fissaggio			Accoppiamento con sforzo	8
posizionamento inserti per aggancio estintore su lamiera d’appoggio	-	Poca tolleranza	-	8
posizionamento e serraggio lamiera d’appoggio	-	Poca tolleranza	-	8
posizionamento decalcomania	-	-	-	4

T_{asm}=60[s]

Costo di assemblaggio: $C_{asm}=c_{asm} \times T_{asm}$= 25€/h x 0,01h= 0,41€

Un risultato accettabile se si considera l’alto livello qualitativo del prodotto ottenuto.

8.2.3 CONCLUSIONE DEI COSTI

A questo punto, dopo aver calcolato i costi dei nuovi componenti e dell'assemblaggio, è possibile fare un discorso conclusivo ed esprimere le dovute osservazioni.

- La somma totale dei costi di produzione rientra pienamente all'interno dei nostri obiettivi inerenti la produzione arrivando a un costo complessivo di 10,01€/pezzo per l'estintore e 2,8€ per la piastra di fissaggio (26,1€ tutta la struttura di sostegno).
  Dobbiamo far notare, però, che tutti i calcoli sono stati eseguiti sulla base di tariffe e fattori in linea con lo standard europeo. Se ipotizzassimo di eseguire la produzione delle attrezzature e il manufatto stesso in paesi in via di sviluppo, come ad esempio la Cina, il costo complessivo risulterebbe molto inferiore la metà del costo ottenuto in Europa.

- Stesso ragionamento per i costi di manodopera e assemblaggio. Basti pensare che lo stipendio medio di un operaio cinese è di 100 euro al mese il rapporto sul costo della manodopera è di 1:20 rispetto alla concorrenza europea.

- A livello degli investimenti da fare possiamo fare una rapida somma rispetto alle 50.000 unità prodotte dividendo in estintore e struttura di sostegno:
  - Estintore:
    - Investimento totale materiale:207.600€
    - Investimento costi manodopera ed esercizio: 46.900€
    - Investimento attrezzature e stampi: 80.480€
  - Piastra di sostegno:
    - Investimento totale materiale:83.500€
    - Investimento costi manodopera ed esercizio: 7.000€
    - Investimento attrezzature e stampi: 7.744€
  - Struttura di sostegno:
    - Investimento totale materiale:629.000€
    - Investimento costi manodopera ed esercizio: 490.500€
    - Investimento attrezzature e stampi: 32.177€

L'investimento totale per l'estintore è di 334.980€; 98.244€ per la piastra di sostegno.
Marginalmente valutiamo anche un costo complessivo 1.151.677€ per produrre 50.000 strutture di sostegno, che difficilmente verranno prodotte (data la maggiore richiesta di fissaggio a parete). Tale struttura verrà prodotta solo su specifica richiesta del cliente e non tenuta in grande quantità a stock.
Dobbiamo ricordare, però, che l'investimento necessario ed iniziale è quello relativo al costo degli stampi. Gli altri costi, invece saranno scomposti lungo i diversi lotti di stampaggio dei componenti dell'estintore stesso.

8.3 Specifiche finali

Prezzo al pubblico[€]	200€
Presa ergonomica [Si-No]	Si
Presa salda e sicura [Si-No]	Si
Manichetta nascosta [Si-No]	Si
Valutazione funzionale [1-5]	5
Presenza sicure aggiuntive [Si-No]	Si
Valvola coperta e protetta [Si-No]	Si
Presenza gancio sulla valvola	No
Ingombri base [cm]	22x12
Presenza di un base d'aggancio	Si
Controllo digitale	Si

9 Conclusioni

A questo punto, prima di formulare delle adeguate conclusioni, occorre tornare indietro e rileggere l'ipotesi progettuale iniziale per capire se tutto il processo è stato compiuto in maniera coerente.
Ora dobbiamo, quindi, capire se tutto il processo progettuale ha risposto alla domanda iniziale e in quale modo lo ha fatto.
L'obiettivo essenziale della domanda iniziale chiedeva di andare a riprogettare un oggetto che avesse funzionalità e design innovativi, con la possibilità di introdurre una minima differenziazione interna.
Effettuando un'attenta analisi iniziale delle funzionalità e dell'ergonomia dell'estintore sotto l'aspetto del design, un'osservazione approfondita della componentistica interna e delle loro interazioni tramite un'attenta fase di reverse engineering e applicando una creatività guidata da una logica progettuale oggettiva e vincolante abbiamo ottenuto un progetto finale funzionante e funzionale sotto tutti gli aspetti.
Quindi, rileggendo tutto il percorso di tesi, possiamo affermare che il risultato finale soddisfa a pieno l'obiettivo iniziale.

Possiamo, chiaramente, affermare che il successo di questa metodologia di progettazione sta nel procedimento logico ed analitico che ha accompagnato tutto il processo di realizzazione dell'estintore, dall'idea al concetto fino a giungere alla sua realizzazione finale.

Il processo del Design & Engineering che è stato seguito è sempre stato un unico metodo, mai due processi distinti; l'uno è integrazione e sostegno dell'altro e viceversa.

BIBLIOGRAFIA

- K.T. Ulrich, S.D. Eppinger, R. Filippini; Progettazione e sviluppo prodotto, seconda edizione, McGraw Hill, 2007.
- Il nuovo manuale di meccanica, terza edizione, Zanichelli Esac, 2003
- M. Ashby, K. Johnson; *Materiali e design*, Casa Editrice Abrosiana, 2007.
- B. Simionato; *Usabilità percepita*, edizioni F. Angeli, 2010.
- L. Anselmi; *Il Design di prodotto oggi*, edizioni F. Angeli, 2009.
- Bralla; *Design for manufacturability handbook*, McGraw Hill, 1998
- Boothroyd, Dewhurst, Knight; *Product design for manufacture and assembly*, edizione Dekker, 2002
- E.Chirone, S.Tornincasa, *disegno tecnico industriale 2*, edizioni il Capitelli, 2008.
- P.Davoli, L.Vergani, S.Beretta, M.Guagliano, S.Baragetti; *Costruzione di macchine 1*, Mc GrawHill, 2006
- Donald A.Norman, *La caffettiera del masochista*, Giunti, 1990
- Donald A.Norman, *Emotional Design*, Apogeo, 2004
- Criteri di selezione dei materiali, M.Levi, dispensa corso 2008
- Industrializzazione rapida, A.Armillotta, dispensa corso 2009
- Tecnologie meccaniche e sistemi di lavorazione, A.Armillotta, dispensa corso 2008

LINKOGRAFIA

- www.google.com/patents
- www.espacenet.com
- www.mb-fire.it
- www.gloriaitalia.it
- www.fireextinguisher.com
- www.wikipedia.com
- www.grantadesign.com

SOFTWARE UTILIZZATI

- Solidworks 2008
- Cosmoss Express
- Photoshop CS3
- Illustrator CS3
- Office 2007
- CES material selector v 4.5

RINGRAZIAMENTI

Un sentito ringraziamento alla mi famiglia, che mi ha permesso di arrivare fino a cui con serenità.
Un grazie agli amici e ai colleghi che mi hanno sempre aiutato e sostenuto in tutto il percorso di studi.
Ai datori di lavoro che mi hanno sempre permesso di seguire i corsi serenamente.
Un ringraziamento al proff. Ingaramo che mi ha aiutato a sviluppare tutto il progetto e mi ha insegnato a progettare nel mondo universitario e in quello del lavoro in maniera oggettiva e reale.
Un altro grazie all'ufficio tecnico della MB estintori per i preziosi consigli.
Infine un grazie anche a me e alla mia testardaggine che mi ha permesso di arrivare fino a qui.

Gabriele Crivelli